Aus dem zoologisch-vergleichend anatomischen Institut
der Universität Zürich

Beiträge zur Kenntnis des Ganoidengebisses, insbesondere des Gebisses von Colobodus

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR
ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
DER
ZAHNHEILKUNDE AN DER MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER
UNIVERSITÄT ZÜRICH
VORGELEGT VON

SIGMUND EGIL GUTTORMSEN
VON KONGSBERG (NORWEGEN)

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. W. HESS

ZÜRICH 1937

Ausgeführt und herausgegeben
mit Unterstützung der „Georges und Antoine Claraz-Schenkung"

Serie Zoologie No. 56

Buchdruckerei E. Birkhäuser & Cie., Basel

Separatabzug aus
Abhandlungen der Schweizerischen Palaeontologischen Gesellschaft
Band LX

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

MEINEN ELTERN

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41507203_0012

Vorwort.

Meinem verehrten Lehrer Prof. Dr. B. Peyer verdanke ich nicht nur die Anregung zu der vorliegenden Arbeit, sondern auch alle zu ihrer Abrundung notwendigen palaeontologischen Unterlagen. Sodann gilt mein Dank Prof. Dr. K. Hescheler und seinem Stellvertreter Prof. Dr. J. Strohl für die Erlaubnis zur Benützung von Laboratorium und Bibliothek, sowie für die Überlassung von Sammlungsmaterial zu Untersuchungszwecken. Für die freundliche Überlassung von weiterem wertvollem Untersuchungsmaterial bin ich ferner zu tiefem Dank verpflichtet den Herren: Prof. Dr. F. Berckhemer, Naturalienkabinett Stuttgart, Dr. H. G. Stehlin, Naturhistorisches Museum Basel, Prof. Dr. J. Weigelt, Geol. Institut der Universität Halle a/S. und Prof. Dr. R. Richter, Senckenbergisches Museum Frankfurt a/M. Dem Leiter der Röntgenabteilung am Zürcher Kantonsspital, Prof. Dr. med. H. R. Schinz, schulde ich Dank dafür, dass er im Verlauf der Untersuchung die Anfertigung von zahlreichen Röntgenaufnahmen für das Zoologische Museum ermöglichte. Herr Oberpräparator Chr. Strunz vom Senckenbergischen Museum Frankfurt a/M. unterstützte bei einem Aufenthalt in Zürich meine Arbeit durch die Anfertigung einer plastischen Rekonstruktion des Gebisses von *Colobodus;* Dr. R. Zangerl führte mich in die Praxis des Anfertigens von Dünnschliffen ein und fertigte eine Anzahl photographischer Aufnahmen an. Für Mikroaufnahmen habe ich vor allem Prof. Dr. P. Jaccard, Direktor des Institutes für allgemeine Botanik und Pflanzenphysiologie der E. T. H., seinem Assistenten P. D. Dr. A. Frey-Wyssling und O. Heussi meinen Dank auszusprechen, ebenso der Firma Ganz & Co. in Zürich. Für weitere photographische Aufnahmen bin ich Max P. Linck verpflichtet.

Mein besonderer Dank gilt dem Curatorium der „Georges und Antoine Claraz-Schenkung", insbesondere dem Curatoriumspräsidenten Prof. Dr. Hans Schinz nicht nur dafür, dass ich das wertvolle, mit Hülfe der genannten Schenkung durch die vom Zoologischen Museum der Universität Zürich unternommenen Fossiliengrabungen beschaffte Material der Untersuchung zugrundelegen durfte, sondern auch namentlich dafür, dass meine Arbeit in der Monographie der Triasfauna der Tessiner Kalkalpen als Beitrag Aufnahme gefunden hat.

1. August 1937. S. Guttormsen.

1. Einleitung.

(Von B. Peyer.)

Abgesehen von der alten Frage, ob die Selachierzähne Schmelz oder nur ein Schmelzoberhäutchen besitzen (vergl. F. Weidenreich 1925 und 1926 und B. Peyer 1937), sowie abgesehen von der umstrittenen Frage der Herleitung des Schmelzes der Säugetierzähne, scheint die Natur der verschiedenen Hartgebilde, aus denen die Zähne der jetzt lebenden Wirbeltiere aufgebaut sind, im wesentlichen abgeklärt zu sein. Diese Abklärung dürfte, was die jetzt lebenden Fische betrifft, deswegen nur eine scheinbare sein, weil erst eine beschränkte Zahl von Formen genauer untersucht worden ist. In noch höherem Masse gilt dies für den grossen Reichtum an verschiedenartigen Zahnstrukturen, der sich bei fossilen Ganoiden findet.

Die erste Veranlassung, die mich dazu führte, diesen Fragen näher zu treten, war praktischer Natur. Bei der Untersuchung der Vertebratenreste einer Fundstelle, deren geologisches Alter genau zu ermitteln war, galt es festzustellen, ob gewisse halbkugelige Pflasterzähne, die nach ihrer Form zu allen möglichen Ganoidfischen gehören konnten, speziell zu den eigenartigen schneidezahnförmigen Zähnen der Gattung *Sargodon* gehörten, die für das Rhät ein Leitfossil darstellt. Dieser Nachweis gelang, trotzdem die charakteristischen Schneidezähne nicht gefunden worden waren, deswegen, weil sich herausstellte, dass alle Zähne von *Sargodon* eine ganz eigenartige Struktur besitzen, wie sie bei keiner anderen Gattung vorkommt. (Vergl. B. Peyer 1919 und 1937) Die Untersuchung von *Sargodon* führte mich auf die schon von O. Jaekel (1906) berührte prinzipielle Frage, dass sich bei *Lepidotus* und bei anderen Ganoiden wie bei *Sargodon* der Zahn aus dreierlei Hartgebilden aufbaut, nämlich aus einem richtigen Schmelz, aus einem normalen Dentin und aus einer Bildung, die schmelzartig aussieht, aber nach ihrer topographischen Lage und nach ihrer mutmasslichen Genese ein modifiziertes Dentin darstellen dürfte. O. Jaekel (E. Hennig 1906) nahm an, die fragliche Bildung sei dadurch zustande gekommen, dass Dentin durch Tätigkeit von Ameloblasten von aussen her eingeschmolzen und besonders stark mineralisiert worden sei; er nannte deshalb die fragliche Bildung Tecodentin von *τήκειν* = schmelzen. Ich lehnte (1919) diese Vorstellung zum mindesten für *Sargodon* deswegen ab, weil bei *Sargodon* die fragliche Bildung auf eine längere Strecke aussen von zweifellos echtem Schmelz bedeckt sein kann. In den neueren Arbeiten haben diese Überlegungen keine Berücksichtigung gefunden. J. J. Thomasset (1930) fasst ohne Kenntnis meiner erwähnten Arbeit das fragliche Hartgebilde als Schmelz auf; dies führt ihn zu unhaltbaren Vorstellungen über die Genese. Auch H. Aldinger (1931) bezeichnet die fragliche Bildung ohne jedes Bedenken ebenfalls als Schmelz.

Deshalb erschien es mir angezeigt, durch eine Spezialuntersuchung verschiedener Ganoiden die Frage aufs neue zu prüfen. Da Herr S. Guttormsen, der diese Aufgabe übernommen hat, als Zahnarzt nicht tiefer in das Gebiet der Vertebraten-Palaeontologie eindringen konnte, so habe ich für die vorliegende Arbeit die notwendigen palaeontologischen Unterlagen selber beigesteuert; die Aufgabe von Herrn S. Guttormsen beschränkt sich auf die histologische Untersuchung des ihm vorgelegten Zahnmateriales.

2. Aufzählung des untersuchten Materiales.

Zur Anfertigung von Zahndünnschliffen stand mir folgendes Material zur Verfügung:

Bezeichnung	Fundort	Herkunft
Birgeria	Grenzbitumenhorizont der anisischen Stufe der Trias, S. Giorgio, Tessin.	Zoologisches Museum der Universität Zürich.
	Grenz-Bonebed, Crailsheim.	Naturalienkabinett Stuttgart.
Saurichthys (Belonorhynchus). .	Grenzbitumenhorizont der anisischen Stufe der Trias, S. Giorgio, Tessin.	Zoologisches Museum der Universität Zürich.
Colobodus	Grenzbitumenhorizont der anisischen Stufe der Trias, S. Giorgio, Tessin.	Zoologisches Museum der Universität Zürich.
	Grenz-Bonebed, Crailsheim.	Naturalienkabinett Stuttgart.
cf. *Paralepidotus*	Grenz-Bonebed, Crailsheim.	Naturalienkabinett Stuttgart.
Lepidotus elvensis (Blainville)	Lias ε II 4/5, Holzmaden.	Dr. Hauff, Holzmaden.
Dapedius punctatus (Agassiz) . .	Lias ε II 6 (Posidonienschiefer), Holzmaden.	Dr. Hauff, Holzmaden.
Pycnodus gigas Agassiz	Ptérocérien, Solothurn.	Zoologisches Museum der Universität Zürich.
Pycnodus couloni? Agassiz . .	Schrattenkalk, Stoffelwand, Westseite des Fluhbrig (Schweiz).	Zoologisches Museum der Universität Zürich.
Gyrodus titanius Wagner . . .	Ob. Jura, Kelheim (Niederbayern).	Zoologisches Museum der Universität Zürich.
Sargodon tomicus Plieninger .	Rhät, Niederschöntal (Basel).	Naturhistorisches Museum Basel.
Pachycormus bollensis (Quenstedt)	Lias ε II 4, Holzmaden.	Dr. Hauff, Holzmaden.

Aus dem Geologischen Institut der Universität Halle a/S. erhielt ich durch die Vermittlung von Prof. Dr. B. Peyer zwei interessante *Colobodus*-ähnliche Stücke zur Untersuchung anvertraut; obwohl es sich nun herausgestellt hat, dass in beiden Fällen keine Zahnplatten von *Colobodus* vorliegen, war es sehr willkommen, diese Problematica in die Untersuchung einbeziehen zu können.

Aus den Beständen des Zoologischen Museums der Universität Zürich wurden vergleichsweise Schliffe von verschiedenen rezenten und fossilen Zähnen angefertigt, so von *Chrysophrys*, verschiedenen Selachiern und Reptilien, dazu stand mir eine Sammlung von Zahndünnschliffen zur Verfügung, die von Prof. Dr. B. Peyer angefertigt worden ist. Ihre Zahl und ihre Herkunft gehen aus folgender Zusammenstellung hervor.

Dr. H. G. Stehlin, Basel, hat mir ferner zwei Dünnschliffe zeitweise überlassen, die B. Peyer früher von Sargodonzähnen aus Niederschöntal anfertigte und publizierte (B. Peyer, 1937, Abb. 81 und 83).

Die Schliffe werden nach Vollendung dieser Arbeit dem Zoologischen Museum der Universität Zürich übergeben, soweit sie aus dem Museum gehörigen Material angefertigt sind. Stammen sie dagegen aus Zahnmaterial anderer Museen, so werden die in dieser Arbeit veröffentlichten Originalschliffe den betreffenden Sammlungen überwiesen werden.

Aufzählung der benützten Zahndünnschliffe aus der Sammlung Prof. Dr. B. Peyer, Zürich.

Bezeichnung	Fundort	
Birgeria mougeoti (Agassiz) . .	Oberster Muschelkalk, Crailsheim.	5 Vertikalschliffe. 1 Horizontalschliff.
Colobodus	Grenzbitumenhorizont der anisischen Stufe der Trias, S. Giorgio, Tessin.	2 Vertikalschliffe.
	Oberster Muschelkalk, Crailsheim.	18 Vertikalschliffe. 3 Horizontalschliffe. 1 Tangentialschliff.
Sargodon tomicus Plieninger .	Rhät, Niederschöntal (Basel).	Pflasterzähne: 13 Vertikalschliffe. 3 Horizontalschliffe. Schneidezähne: 10 Vertikalschliffe.
	Rhät, Untere Psilonotenbank, Hallau (Schaffhausen).	2 Vertikalschliffe. 1 Horizontalschliff.

3. Bemerkungen zur Untersuchungstechnik.

a) Technik der Herstellung von Dünnschliffen.

Die Dünnschliffe wurden nach dem Kollolithverfahren hergestellt, wie es W. Meyer (1925) beschrieben hat. Die Zähne werden zuerst in flüssiges Wachs gelegt, um ihnen mit Hilfe der Wasserstrahlpumpe die Luft zu entziehen. Dabei ist zu beachten, dass nicht mehr als 3—5 Zähne miteinander behandelt werden, da sonst die Pumpe sich mit Wachs verstopft. Die Zähne bleiben so lange im Wachs, bis keine Luftblasen mehr aufsteigen. Hernach werden sie in Kollolith eingebettet. Kollolith wird langsam über einer kleinen Spiritusflamme auf 150° erhitzt, bis er dünnflüssig ist. Ein Überhitzen ist zu vermeiden, da er sonst braun und trübe und zum Schleifen zu spröde wird. Der

Zahn wird auf dem Objektträger in die richtige Lage gebracht und mit dem flüssigen Kollolith übergossen. Die Einbettungsmasse soll auf dem Objektträger möglichst gleichmässig auslaufen, sonst löst sich das Präparat beim Schleifen leicht ab. Zum Einbetten verwende man möglichst wenig Kollolith. Je mehr Harz man benützt, desto länger muss man zum Wenden des angeschliffenen Zahnes erhitzen, desto grösser wird die Gefahr, dass der Zahn von diffundierendem Kollolith beschädigt wird. Als Schleifmittel verwendete ich „Vim" (Putzmittel der Seifenfabrik Sunlight Olten). Den Feinheitsgrad dieses Schleifmittels kann man durch Reiben des Pulvers mit einem leeren Objektträger auf einer feuchten und angerauhten Glasplatte beliebig verändern. Gegenüber Naxosschmirgel hat „Vim" den Vorteil, dass im Präparat keine schwarzen Körner zurückbleiben.

Der fertige Dünnschliff wird mit Kanadabalsam und dem Deckglase verschlossen.

b) Polarisationsmikroskop.

Mit Erfolg habe ich zum Studium der Zahnschliffe das Polarisationsmikroskop angewandt. Der Schmelz hebt sich durch stärkere Doppelbrechung deutlich hervor.

c) Röntgen.

Als sehr wertvoll für die Untersuchung auch von Fischresten aus dem Grenzbitumenhorizont der Tessiner Trias haben sich wieder die Röntgenaufnahmen erwiesen. An dem Colobodusrest, der mir zum Studium des Gebisses anvertraut wurde, treten besonders die Zähne mit ihren Pulpaverhältnissen und die Skulptur der Knochen ausserordentlich scharf hervor. (Vergl. Textfig. 9.) Auch in diesem Falle hat die Röntgenaufnahme Verborgenes aufgedeckt, da durch sie weitere zahntragende Knochenpartien im Innern der Gesteinsplatte entdeckt und nachher erfolgreich herauspräpariert werden konnten.

d) Zeichnungen und Mikrophotographien.

Alle Zeichnungen von Dünnschliffen wurden mittels des Abbé'schen Zeichenapparates hergestellt. Die Mikroaufnahmen verdanke ich O. Heussi, Präparator am Institut für allgemeine Botanik und Pflanzenphysiologie der E T. H. und der Firma Ganz & Co. Textfig. 11, 12, 20 und 24 sind Aufnahmen von R. Zangerl.

4. Definitionen der in dieser Untersuchung erwähnten Hartsubstanzen.

Da in letzter Zeit von vielen Autoren eine scharfe begriffliche Trennung der Hartgewebe als unwesentlich vernachlässigt wird, und um keine Zweifel über meine Verwendung der verschiedenen Begriffe aufkommen zu lassen, seien hier, die in der folgenden Untersuchung verwendeten Ausdrücke definiert. Ich möchte dabei mit C. Röse (1898) und B. Peyer (1937) zur Beurteilung der Hartsubstanzen der Wirbeltiere die Histogenese als oberstes Kriterium anerkennen. Diese Übersicht schliesst sich ganz an diejenige von B. Peyer (1937) an.

I. Ectodermale Hartsubstanz.

Schmelz: Ectodermale, von den Ameloblasten gebildete Hartsubstanz, die beim Wachstum von innen nach aussen an Dicke zunimmt.

II. Mesodermale Hartsubstanzen.

a) Dentin, Zahnbein: Mesodermal, aber in unmittelbarer Nachbarschaft der Epidermis innerhalb einer Epithelscheide entstehend, mit für die Protoplasmaausläufer der Bildungszellen bestimmten Röhrchen, welche ungefähr senkrecht zur Grenze zwischen Ectoderm und Mesoderm stehen und um welche herum die einseitig wachsende Hartsubstanz abgelagert wird. Ausserdem mit einem System von Fibrillen, deren Anordnung von derjenigen der Zahnbeinröhrchen unabhängig ist.

α) Als Vitrodentin wird die periphere, der Epithelscheide benachbarte Dentinpartie bezeichnet, wenn sie durch besonders hohen Gehalt an anorganischer Substanz, ziemlich starke Doppelbrechung, grosse Feinheit oder fast völliges Fehlen der Zahnbeinröhrchen ausgezeichnet ist.

β) Als Plicidentin wird dasjenige an sich normale Dentin bezeichnet, das eine in radiäre Taschen ausgebuchtete oder unregelmässig labyrinthisch zerklüftete Pulpahöhle umgibt. Der Ausdruck bezeichnet nicht eine besondere histologische Qualität des Dentines, sondern eine Bauform des Zahnes.

γ) Osteodentin Röse non Owen ist ein Übergangsgewebe von echtem Knochen zu echtem Zahnbein oder zu Trabekulardentin; es enthält Zahnbeinkanälchen und Knochenzellen.

b) Trabekulardentin. Mesodermal innerhalb der Epithelscheide entstehend, aber von ihr durch einen Mantel von einseitig wachsendem Dentin getrennt, allseitig nach Art des Knochens wachsend, die Pulpahöhle balkenartig durchziehend und sie schliesslich bis auf ein System von engen, röhrenförmigen Hohlräumen völlig ausfüllend, bei der ersten Anlage ohne, später mit Zahnbeinröhrchen, in der Regel ohne Einschluss von Zellen.

c) Knochen. Von mesodermaler Entstehung, vom Integument topographisch völlig unabhängig, mit Einschluss von Zellen.

5. Birgeria mougeoti (Agassiz).

Der alte eingebürgerte Gattungsname für die Zähne, die hier unter dem Namen *Birgeria* beschrieben werden, war *Saurichthys*. Er musste aus Prioritätsgründen verlassen werden, nachdem E. A: Son Stensiö (1919, 1921 und 1925) gezeigt hatte, dass die von L. Agassiz (1844) unter dem Namen *Saurichthys* beschriebenen Formen zwei verschiedenen Gattungen angehören. Einer seiner wichtigsten Gründe dazu war, wie er in seiner Arbeit von 1921 pag. 187 sagt: „The *Birgeria* teeth show, as we know, a great resemblance to the *Saurichthys* teeth, which has also caused *B. mougeoti* to be adopted as a *Saurichthys* species. We shall see, however, that a very characteristic quality of *Saurichthys* teeth is that they have the dentine somewhat folded (plicidentine) in their basal parts, which is not the case in *Birgeria* and in addition that their enamel cap generally lacks striation. If striation is developed it is, however, extremely delicate and abundant."

Die verhältnismässig grossen, zur Species *mougeoti* gerechneten Zähne, die im deutschen Muschelkalk und in der Lettenkohle sehr häufig sind, gehören nach E. A: Son Stensiö zu der Gruppe, für die er den neuen Gattungsname *Birgeria* vorgeschlagen hat. Mein Hauptmaterial von *Birgeria mougeoti* stammt aus dem Grenz-Bonebed von Crailsheim. Die Kenntnis des Gesamtgebisses ist sehr unvollständig, und es standen mir nur einzelne Zähne zur Verfügung, die ich vertikal und horizontal geschliffen habe. Die spitzen *Birgeria mougeoti*-Zähne haben eine Grösse bis zu 12 mm. Der Zahn besteht aus einem dunkeln Sockel, auf dem eine hellere Kappe aufsitzt. Die Kappe variiert in der Grösse sehr stark. Sie ist mit relativ groben längsverlaufenden Runzeln von verschiedener Länge bedeckt; einige verlaufen bis an die Spitze. Die Zahl der Runzeln ist bei jedem Zahn verschieden, einige Zähne besitzen viele, andere wieder ganz wenige, und es kann vorkommen, dass die Kappe ganz glatt ist. Die Unterschiede dürften teils mit dem Alter, teils mit der Position des Zahnes im Gebiss zusammenhängen. Der Übergang der Kappe zur Basis ist durch ein Wülstchen markiert. Die Basis ist mit gleichmässigen, feinen Streifen versehen.

Durch die seit 1924 im Tessin ausgeführten Fossilien-Grabungen ist das Zoologische Museum der Universität Zürich in den Besitz eines sehr ausgedehnten Materiales von *Birgeria* gelangt. Leider war es während der Durchführung der vorliegenden Untersuchung nicht möglich, dieses Material voll auszuwerten, weil es aus Raumgründen zur Zeit noch unzugänglich in Kisten verpackt ist. Da die Untersuchungen der Reptilien von Prof. Dr. B. Peyer vorangestellt wurden, sind die *Birgeria*-Exemplare auch noch nicht auspräpariert. Von der Erschliessung des Materiales ist eine genaue Kenntnis der Zusammensetzung des ganzen Gebisses zu erhoffen, die im Hinblick auf die zahlreichen aus dem germanischen Triasgebiet beschriebenen einzelnen Zahnfunde von Interesse sein dürfte. Für die vorliegende Arbeit habe ich mich mit der Anfertigung weniger Schliffpräparate begnügt.

Textfig. 1.
Birgeria mougeoti (Ag.).
Grenz - Bonebed, Crailsheim.
Naturalienkabinett, Stuttgart.
Vertikalschliff.
Schraffiert = Orthodentin,
punktiert = modifiziertes Dentin,
weiss = Schmelz.
Vergr. ca. 10 : 1.

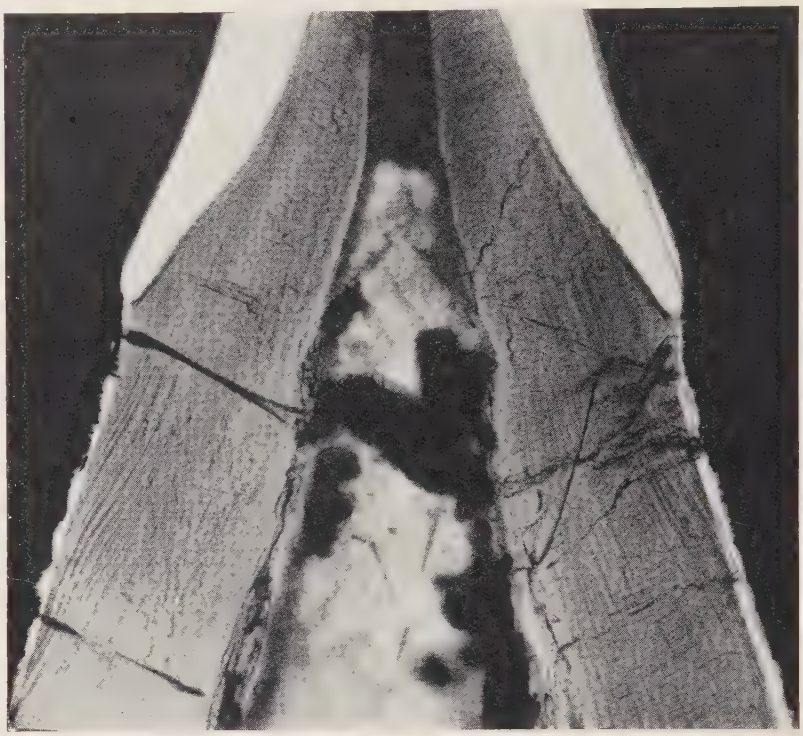
Der makroskopische Bau der Tessiner *Birgeria*-Zähne stimmt im grossen mit demjenigen aus Crailsheim überein.

Histologischer Befund.

Von den Birgeriazähnen aus Crailsheim habe ich 42 Dünnschliffe angefertigt, davon sind alle mit Ausnahme eines einzigen, der horizontal ist, vertikal geführt. Aus dem Tessiner Material habe ich zwei Zähne längs geschliffen. Alle Zähne, die zum Schleifen herausgesucht wurden, habe ich sorgfältig ausgewählt, um Zahnschliffe zu erhalten, die den echten Schmelz noch besitzen. Auch dann, wenn diese Bedingung erfüllt ist, ist die Gefahr gross, dass der Schmelz während des Schleifens abfällt.

Über den allgemeinen Aufbau des Zahnes gibt Textfig. 1 Auskunft. Der kegelförmige Zahn besteht aus drei deutlich voneinander abgegrenzten Schichten. Der Kronenteil ist von einer oberen kräftigen Kappe („Schmelzkappe“ der Autoren) bedeckt. Dem Basalabschnitt des Zahnes liegt eine dünne Schicht auf, die als schmaler Saum auf beiden Seiten der Zahnbasis in Textfig. 2, 3 und Taf. 64 Fig. 5 sichtbar ist. Darunter findet sich der braun gefärbte Dentinkern. Die Pulpahöhle ist

ein langgestreckter, geradliniger Kanal, der langsam in eine Spitze ausläuft, die an einzelnen Schnitten bis in die Kappe hineinreicht. Die Basis der Pulpa ist stark erweitert; vergl. Textfig. 5. Von der Pulpahöhle strahlen zahlreiche Dentinkanäle aus. An der Zahnbasis ist ihr Verlauf fast geradlinig, etwas schief nach oben gewellt, später, gegen die Spitze zu, steigen sie zuerst an, um dann die Grenze Dentin-Kappe zu erreichen. Gegen diese Grenze zu kann man beobachten, dass die Dentinkanälchen kleine, kurze Ästchen nach allen Richtungen aussenden, die sich weiter verästeln (vergl. Taf. 64, Fig. 6). Anastomosen habe ich nicht beobachtet, ich möchte aber diese Möglichkeit nicht von der Hand weisen. Von der Grenze Dentin-Kappe ab verlieren die Dentinröhrchen ihre Verzweigungen, ziehen aber in die Kappe hinein. Ihr Verlauf wird nun weniger regelmässig. Von der Eintrittsstelle an winden und krümmen sie sich wirr durcheinander. Die äusserste Schicht der Kappe enthält ihre letzten Ausläufer; die Oberfläche wird, falls der Zahn nicht abgekaut ist, nicht erreicht. Auf einigen Schliffen verlaufen die Dentinkanälchen, die von der Spitze der Pulpahöhle direkt in die Kappe münden so, wie die Haare eines Rasierpinsels (vergl. Textfig. 4). Schon bei gewöhnlichem Lichte ist durch das erwähnte plötzliche Fehlen der Verzweigungen der Zahnbeinröhrchen die Grenze Dentin-Kappe gut zu sehen. Zudem zeigt die Kappe im Gegensatz zum gelbbraunen Dentin ein helles glasartiges Aussehen. Viel deutlicher hebt sich aber die Kappe vom Dentinkern im polarisierten Lichte ab. Sie erinnert durch ihre Doppelbrechung an Schmelz. Die Grenze selber ist nicht ganz geradlinig. An der Basis des Zahnes habe ich im Dentin an einigen Schliffen längsverlaufende Linien beobachtet. Sie sind wohl Anwachszonen, welche für ein periodisches Wachstum des Dentins sprechen.



Textfig. 2. *Birgeria* sp. Grenzbitumenhorizont der anisischen Stufe der Trias, Monte San Giorgio, Tessin, Schweiz. Zoologisches Museum der Universität Zürich. Ausschnitt aus einem Vertikalschliff. Vergr. 47 : 1.

Textfig. 3. *Birgeria mougeoti* (Ag.). Grenz-Bonebed, Crailsheim. Naturalienkabinett, Stuttgart. Übergreifen des Schmelzes auf das modifizierte Dentin; Übertritt von Dentinkanälchen aus dem Orthodentin in das modifizierte Dentin. Vergr. ca. 60 : 1.

Im Sockelabschnitt ist das Dentin von einer dünnen Schicht umkleidet, in die, im Gegensatz zur Kappe, keine Zahnbeinröhrchen eindringen. Die Grenze gegenüber dem Dentin ist deutlicher als diejenige des letzteren mit der Kappe. Ebenso scharf ist diese Schicht von der Kappe getrennt. Von allen drei Schichten ist sie im polarisierten Lichte am stärksten doppelbrechend. Unter gekreuzten Nicols kann man deutlich beobachten, dass sie, von der Basis des Zahnes aufsteigend, die Kappe erreicht und in den meisten Fällen diese ein wenig überdeckt (vergl. Textfig. 3 und Taf. 64, Fig. 5). An einigen Schliffen kommt es nur zur Berührung. Im polarisierten Licht zeigen Kappe und die basale Schicht ein entgegengesetztes Verhalten; findet sich die Kappe in Additionsstellung zum Gipsplättchen, so steht die andere Schicht in Subtraktionsstellung. In diesem schmalen Saum am unteren Rande des Zahnes erblicke ich echten Schmelz. Die Kappe dagegen fasse ich als ein modifiziertes Dentin auf. Ich besitze nur einen einzigen Schliff, bei dem der Zahn noch mit dem Knochen in Verbindung steht. Die unverletzte Basis des Zahnes besitzt fast die doppelte Höhe, wie die Spitze des Zahnes. Bei den losen Zahnfunden handelt es sich also in den meisten Fällen nicht um den ganzen Zahn, sondern nur um die obere Hälfte. Der Zahn ist in den Knochen eingesenkt und mit ihm verwachsen. Die Grenze zwischen Zahn und Knochen ist deutlich zu sehen, da der letztere von zahlreichen Knochenhöhlen durchsetzt ist.

Textfig. 4. *Birgeria* sp. Grenzbitumenhorizont der anisischen Stufe der Trias, Monte San Giorgio, Tessin, Schweiz. Zoologisches Museum der Universität Zürich. Vertikalschliff durch eine Zahnspitze. Vergr. 60 : 1.

L. Agassiz (1833—1843) ist der erste gewesen, der in seinem Atlas, Tome I, Tab. H, Fig. 2 und 3, einen Längs- und einen Horizontalschliff von Birgeriazähnen abgebildet hat, auf Grund deren er die Fischnatur der genannten Zähne aufdeckte. Er stellt diesen Zahn zur Gattung *Saurichthys*. Es ist also mit Sicherheit anzunehmen, dass ein Teil der Zähne, die L. Agassiz als Saurichthyszähne beschreibt, zur Gattung *Birgeria* Stensiö gehören. Dem Längsschnitt auf Tab. H fehlt die echte Schmelzschicht; sie ist L. Agassiz bei der Beobachtung offenbar entgangen. Das modifizierte Dentin der Kappe bezeichnet er als „capuchon d'émail".

Textfig. 5. *Birgeria*. Gestalt der Pulpahöhle verschiedener Zähne. Vergr. ca. 14 : 1.

R. Owen (1840—1845) beschliesst seine Beschreibung des Zahnsystems der Fische mit einer Darstellung der mikroskopischen Struktur eines Zahnes aus dem Bone-bed von Bristol, den er zur Gattung *Saurichthys* stellt. Seine treffliche und minutiöse Schilderung des Schliffbildes passt ausgezeichnet zu meinen eigenen Beobachtungen an Birgeriazähnen. Dagegen habe ich in keinem Falle Knochen in der Pulpahöhle, im Gegensatz zu R. Owen's Angaben, gesehen. Von einer Schmelzschicht an der Basis des Zahnes spricht er nicht. Die Kappe bezeichnet R. Owen als „a thick layer of the enamel-like dense tissue, which coats the teeth in the *Lepidotus*, *Sparus* and many other fishes".

Sehr eingehend hat erst wieder E. A: Son Stensiö (1921, 1925) den Zahnbau von *Birgeria mougeoti* beschrieben. Aus seiner Beschreibung sei folgende Stelle wiedergegeben: „All the teeth of the Fish in question have a large pulp cavity that extends up into the enamel cap. This cavity is surrounded mostly by a layer of ortho-dentine, which is rather thin towards the base a fact that explains why detached teeth of *Birgeria* species practically never have their basal parts preserved. Outside the layer of ortho-dentine there follows in the distal part of the teeth the enamel cap, and this is continued basally, as I have mentioned above, by the thin enamel covering which seems to stop at the boundary between the middle and basal thirds of the teeth. At any rate it does not reach as far down as to the base. This enamel covering seems to have been overlooked by Agassiz (1844, vol. II, part II, p. 153)." So genau E. A: Son Stensiö beobachtet hat, ist ihm doch die Grenze zwischen dem echten Schmelz („basaler Schmelz") und der Kappe aus modifiziertem Dentin entgangen.

G. F. Oertle (1928) gibt in seiner Arbeit über das Vorkommen von Fischen in der Trias Württembergs neben einer makroskopischen Beschreibung von Birgeriazähnen auf Taf. XXXI, Fig. 5 einen Längsschnitt durch einen Zahn von *Saurichthys mougeoti* Ag. [= *Birgeria mougeoti* (Agassiz)]. Der echte Schmelz fehlt; möglicherweise ist er beim Schleifen abgesprungen, denn ursprünglich ist er immer vorhanden.

Der erste, der die Grenze zwischen echtem Schmelz und Kappe abbildete, ist H. Aldinger (1931). In Fig. 8 der erwähnten Arbeit gibt er den mittleren Teil eines Sagittalschliffes durch einen Zahn von *Birgeria mougeoti* aus dem Muschelkalkbonebed von Crailsheim. Nach H. Aldinger besteht die Hauptmasse des Zahnes aus Orthodentin, das eine spitzkegelförmige Pulpa umschliesst. Die Spitze des Zahns ist mit einer grossen Schmelzkappe versehen. Die Schmelzlage der Zahnbasis ist nach ihm eine besondere Schmelzart, strukturell verschieden von der Kappe. Aus allen meinen Beobachtungen geht hervor, dass die dünne Schicht an der Basis des Zahnes aus echtem Schmelz besteht. Da diese Schmelzschicht die äussere Kappe in den meisten Fällen überlappt, in keinem Falle von der Kappe bedeckt ist, sehe ich in der Kappe modifiziertes Dentin, das stärker mineralisiert ist als das Dentin im Innern. Die Dentinkanälchen setzen sich entgegen den Angaben von H. Aldinger in die Kappe hinein fort. Die sehr unwahrscheinliche Superposition zweier Schmelze von sichtlich sehr verschiedenem Charakter ist ein weiterer Punkt, der gegen die Auffassung von H. Aldinger spricht.

6. Saurichthys (Belonorhynchus).

Es gehört nicht in den Rahmen der mir gestellten Aufgabe, die systematische Abgrenzung der Gattungen *Saurichthys* Agassiz (1834) und *Belonorhynchus* Bronn (1858) genauer zu untersuchen. J. J. Thomasset (1930) hat übersehen, dass von E. A: Son Stensiö (1921) *Saurichthys acuminatus* Ag. aus dem Rhät vorläufig auch zur Gattung *Birgeria* gestellt wurde. Diese Zuweisung scheint zutreffend zu sein. Es ist nach E. A: Son Stensiö sehr wohl möglich, dass alle Arten von *Belonorhynchus* in die Gattung *Saurichthys* Ag. in dem von E. A: Son Stensiö angenommenen Umfange einzubeziehen sind. In der Form der Zähne sind beide Gattungen, *Birgeria* und *Saurichthys*, sehr ähnlich; ob, wie es E. A: Son Stensiö für wahrscheinlich hält, bei *Birgeria* die äussere Kappe („Schmelzkappe" der Autoren) durchwegs eine stärkere radiäre Streifung aufweist als bei *Saurichthys*, er-

scheint mir fraglich. Aus dem Rhät von Niederschöntal liegen mir ziemlich glatte und daneben stärkere Zähne vor, die wahrscheinlich beide zu *Birgeria* gehören. Von einem Belonorhynchusexemplar aus dem Grenzbitumenhorizont der anisischen Stufe der Trias des Monte S. Giorgio habe ich Kieferstücke samt ihrer Bezahnung geschliffen (vergl. Textfig. 6). Von den spitzkegelförmigen Zähnen kann man in bezug auf ihre Grösse 2 Sorten unterscheiden, neben zahlreichen kleinen, deren Höhe geringer als 0,5 mm ist, finden sich grössere mit einer Höhe bis zu 2 mm. An allen Längsschliffen kann ich deutlich jene durchsichtige Kappe aus modifiziertem Dentin beobachten, die auf einem braun gefärbten Dentin aufsitzt. Sie ist unter dem Polarisationsmikroskop bei gekreuzten Nicols doppelbrechend. Die Dentinröhrchen aus dem normalen Dentin wandern in die Kappe hinein. Ihre Zahl scheint mir etwas geringer zu sein als bei Birgeriazähnen, sonst ist aber das mikroskopische Bild sehr ähnlich. Nach E. A: Son Stensiö ist bei den nordischen Arten von *Saurichthys* der Dentinmantel um den basalen Teil der Pulpa schwach radiär gefaltet. An einigen Horizontalschliffen durch die Zahnbasis glaube auch ich Andeutungen von Plicidentin erkennen zu können. Doch ist, wie schon erwähnt, die Zahl der angefertigten Schliffe für ein abschliessendes Urteil zu gering. Das

Textfig. 6. *Saurichthys (Belonorhynchus)* sp. Grenzbitumenhorizont der anisischen Stufe der Trias, Monte San Giorgio, Tessin, Schweiz. Zoologisches Museum der Universität Zürich. Röntgenaufnahme einer Schnauze, angefertigt im Röntgeninstitut des Kantonsspitales, Dir. Prof. Dr. H. R. Schinz. Nat. Grösse.

Material, das mir zur Verfügung stand, war ein einziger Kiefer, dessen Zähne so klein waren, dass ich ihre Lage nur mit Hilfe einer Röntgenaufnahme feststellen konnte. Die Pulpahöhle ist recht verschiedengestaltig, je nach der Grösse des Zahnes; an der Basis ist sie am breitesten und wird gegen die Zahnspitze langsam schmaler. Ich habe an den wenigen Schliffen nicht beobachtet, dass die Pulpa bis zur Kappe aus modifiziertem Dentin hinaufreicht. Die Zähne sind der knöchernen Unterlage fest aufgewachsen. Prachtvoll sind auf allen Schliffen die Knochenkörperchen zu sehen.

Echten Schmelz habe ich keinen beobachten können, da mir aber ein viel zu geringes Untersuchungsmaterial zur Verfügung stand, möchte ich diese Frage noch nicht in einem entschiedenen Sinne beantworten.

7. Colobodus.

Die Abgrenzung der Gattung *Colobodus* war lange Zeit sehr unsicher. Durch die Untersuchung von E. Stolley (1920) ist nachgewiesen worden, dass die Art *ornatus* Ag. aus der oberen südalpinen Trias und ihr nahestehende Formen nicht zur Gattung *Colobodus* gerechnet werden dürfen. E. Stolley schlägt für den genannten Formenkreis den Gattungsnamen *Paralepidotus* vor. Dagegen trägt er

Bedenken, die namentlich von G. De Alessandri (1910) aus dem Grenzbitumenhorizont der anisischen Stufe der Trias von Besano (Italien) und Meride (Schweiz) beschriebenen Arten und möglicherweise noch einige andere Formen zur Gattung *Colobodus* selber zu stellen. Bei Gelegenheit einer Untersuchung von Ganoiden aus dem italienischen Hauptdolomit und Rhät, die Dr. A. Boni in Zürich ausführte und deren Publikation unmittelbar bevorsteht, wurden die fraglichen Colobodus-zähne aus dem Grenzbitumenhorizont vergleichsweise an Dünnschliffen untersucht. Es zeigte sich dabei, dass sie mit den Zähnen der Gattung *Colobodus* in dem eingeschränkten Umfang, wie ihn E. Stolley befürwortet, durchaus übereinstimmen, während die Art *ornatus* Ag. (*Lepidotus ornatus* Ag. nach A. S. Woodward (1932) = *Paralepidotus ornatus* Stolley) eine andere, *Lepidotus*-ähnliche Struktur aufweist.

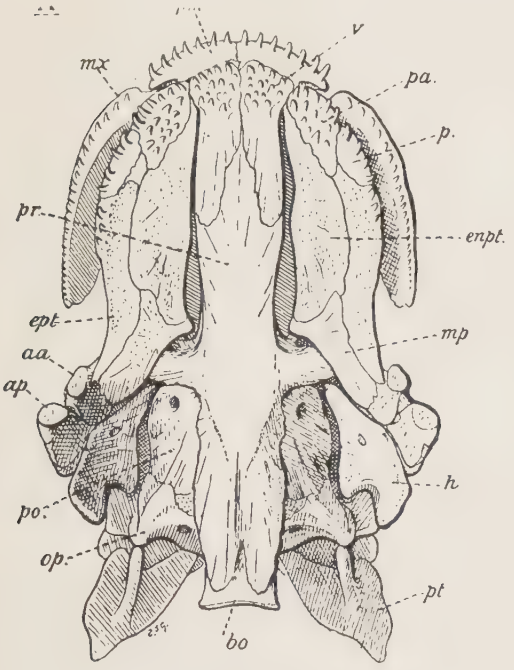
Die wenigen, damals zu diesem Zwecke angefertigten Schliffe von *Colobodus* waren sehr unvollkommen. Für die vorliegende Untersuchung habe ich eine grosse Anzahl von Schliffen (ca. 36) angefertigt, die nun eine zuverlässige Beschreibung ermöglichen. Es war für die vorliegende Untersuchung besonders wertvoll, aus dem germanischen Triasgebiet ein so reiches Untersuchungsmaterial zur Verfügung zu haben. Die zahlreichen Exemplare von Colobodusgebissen aus dem Grenzbitumenhorizont der anisischen Stufe der Trias des Monte S. Giorgio bildeten das Hauptmaterial. Die Schädel waren alle sehr stark zerfallen und plattgedrückt, so dass ihre plastische Rekonstruktion sich als sehr schwierig erwies. Sie wurde durch Chr. Strunz für den Ober- und Unterkiefer mit gewohnter Meisterschaft ausgeführt. Für die Zusammensetzung des Colobodusgebisses spielten die Vergleichsobjekte eine grosse Rolle. In erster Linie waren die von E. Stolley (1920) beschriebenen Mumien von *Colobodus maximus* Dames und *königi* Dames aus der Trochitenkalkzone des oberen Muschelkalkes Taf. XI, Fig. 1, Fig. 2a, Fig. 2b, Fig. 3 der zitierten Arbeit) sehr nützlich. Diese Stücke gaben nur über die Kieferränder Aufschluss. Durch Prof. Dr. B. Peyer's Nachpräparierung des dem Senckenbergischen Museum Frankfurt a/M. gehörigen Exemplares (E. Stolley 1920, Taf. XI, Fig. 2) wurde das Gesamtgebiss viel klarer erfasst.

Die von E. Hennig (1906) so eingehend beschriebenen Pyknodonten kommen wegen der starken Spezialisierung des Gebisses für einen speziellen Vergleich nicht in Frage. Auch die Arbeit von A. Weitzel (1930) über *Lepidotus* ergab hinsichtlich des Gebisses praktisch wenig Anhaltspunkte. Am nützlichsten erwiesen sich die Heranziehung eines Spiritusexemplares der rezenten *Amia calva* L., sowie Abbildungen von *Amia* in E. S. Goodrich (1909, pag. 269 und 271, vergl. Textfig. 7 und 8).

Das Gebiss eines Colobodus aus der Tessiner Trias.

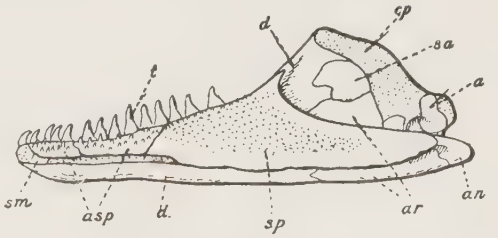
Aus dem reichen Schatze der Tessiner Triasfossilien hat mir Prof. Dr. B. Peyer ein besonders interessantes Stück mit den Überresten eines Colobodusschädels zur Verfügung gestellt. Es ist dies eine unregelmässig begrenzte Platte, auf der, ungefähr die Fläche eines Rechteckes von ca. 26 cm Länge und ca. 15 cm Breite einnehmend, die Gebissreste liegen. Um die Platte für eine Röntgenaufnahme herzurichten, wurde sie durch Abschleifen auf der fossilfreien Seite bis auf eine Dicke von 7 mm verdünnt. Auf Grund der gelungenen Röntgenaufnahme (vergl. Textfig. 9) wurden noch mehr zahntragende Elemente im Innern der Platte entdeckt und dann sorgfältig herauspräpariert. Textfig. 10, die auf Grund der Röntgenaufnahme gezeichnet wurde, zeigt die topographische Lage der einzelnen zahntragenden Knochen. Das Studium der Röntgenaufnahme in Verbindung mit Beobachtungen am Fossil erbrachte die Gewissheit, dass die beiden Dentalia und die beiden Maxillaria

vorhanden sind. Die beiden Dentalia bieten dem Beobachter die Aussenseite dar. Die Aussenseite beider Knochen zeigt eine charakteristische Skulptur aus länglichen, z. T. geradezu wurmförmigen, mäanderartigen Erhabenheiten. Das rechte Dentale grenzt mit seinem Hinterrand an die Mitte der Längsseite des erwähnten Rechteckes. Es ist nahezu vollständig erhalten. Das linke Dentale verläuft parallel zum rechten in einem Abstande von ca. 6 cm. Es grenzt nicht an den Plattenrand; von ihm sind $^3/_4$ nur als Abdruck erhalten. Von den beiden Maxillaria, die ebenfalls beide ihre Aussenseite präsentieren, ist der Knochen der rechten Seite, obwohl stark zerdrückt, doch vollständig erhalten. Er findet sich dicht neben dem rechten Dentale, so dass sich die Zähne von Ober- und Unterkiefer berühren, allerdings nicht in natürlicher Okklusionsstellung, sondern sie sind gegeneinander verschoben. Vom linken Maxillare ist ein deutliches Fragment ca. 3 cm vom Vorderrand des rechten Maxillare entfernt. Der Knochen neben dem rechten Maxillare, der dicht mit Pflasterzähnen besetzt ist, ist sicher eine Gaumenplatte. Bei der Deutung der übrigen zahntragenden Knochen war mir die Röntgenaufnahme eine wesentliche Hilfe. Der Zahnkomplex auf der Innenseite des rechten Dentale, den ich auf Grund der Röntgenaufnahme von der Unterseite her präparierte, ist das rechte Spleniale. Durch genaues Vergleichen fand ich das linke Spleniale isoliert zwischen dem linken und rechten Dentale näher dem letzteren. Die übrigen Knochenreste mit Pflasterzähnen sind der zertrümmerten rechten Gaumenbezahnung und dem Vomer zuzuweisen. Der Knochenstreifen mit 6 zylindrischen, spitzen Zähnen repräsentiert das linke und rechte Praemaxillare.



Textfig. 7. *Amia calva* L. Ventralansicht des Schädels nach E. S. Goodrich (1909, Fig. 283 A). enpt = Entopterygoid; ept = Ectopterygoid; mp = Metapterygoid; mx = Maxillare; p, pa = Palatina; pm = Praemaxillare, in der Figur ist die Bezeichnung pm ausgefallen; es ist nur der Verweisstrich zwischen mx und v sichtbar; v = Vomer.

Herr Oberpräparator Chr. Strunz vom Senckenbergischen Museum Frankfurt a/M. unternahm den Versuch, auf Grund dieses Colobodusrestes das Gebiss von *Colobodus* plastisch zu rekonstruieren (vergl. Textfig. 13). Von den zahntragenden Knochenteilen wurden durch Ausgiessen von Leim-Negativen Gipsabgüsse erhalten. Die einzelnen Fragmente versuchte er zu einem Ganzen zu vereinigen. Diese schwierige Arbeit wurde durch ein genaues Studium der Gebissverhältnisse bei *Amia calva* L., an einem Spiritusexemplar erleichtert. Man vergleiche die Textfig. 7 und 8. An zahntragenden Knochen sind bei *Amia calva* L. folgende vorhanden:



Textfig. 8. *Amia calva* L. Innenansicht des Unterkiefers. Nach P. E. Allis aus E. S. Goodrich (1909, Fig. 240). asp = vordere Splenialia; sp = Spleniale mit kleinen Zähnen; d = Dentale; t = randliche Zähne.

a) Praemaxillare, paarig mit je 6—7 grossen Zähnen;
b) Maxillare, ein langer, nach hinten sich etwas verbreitender Knochen mit einer Reihe kleiner Zähne an seinem Ventralrande;

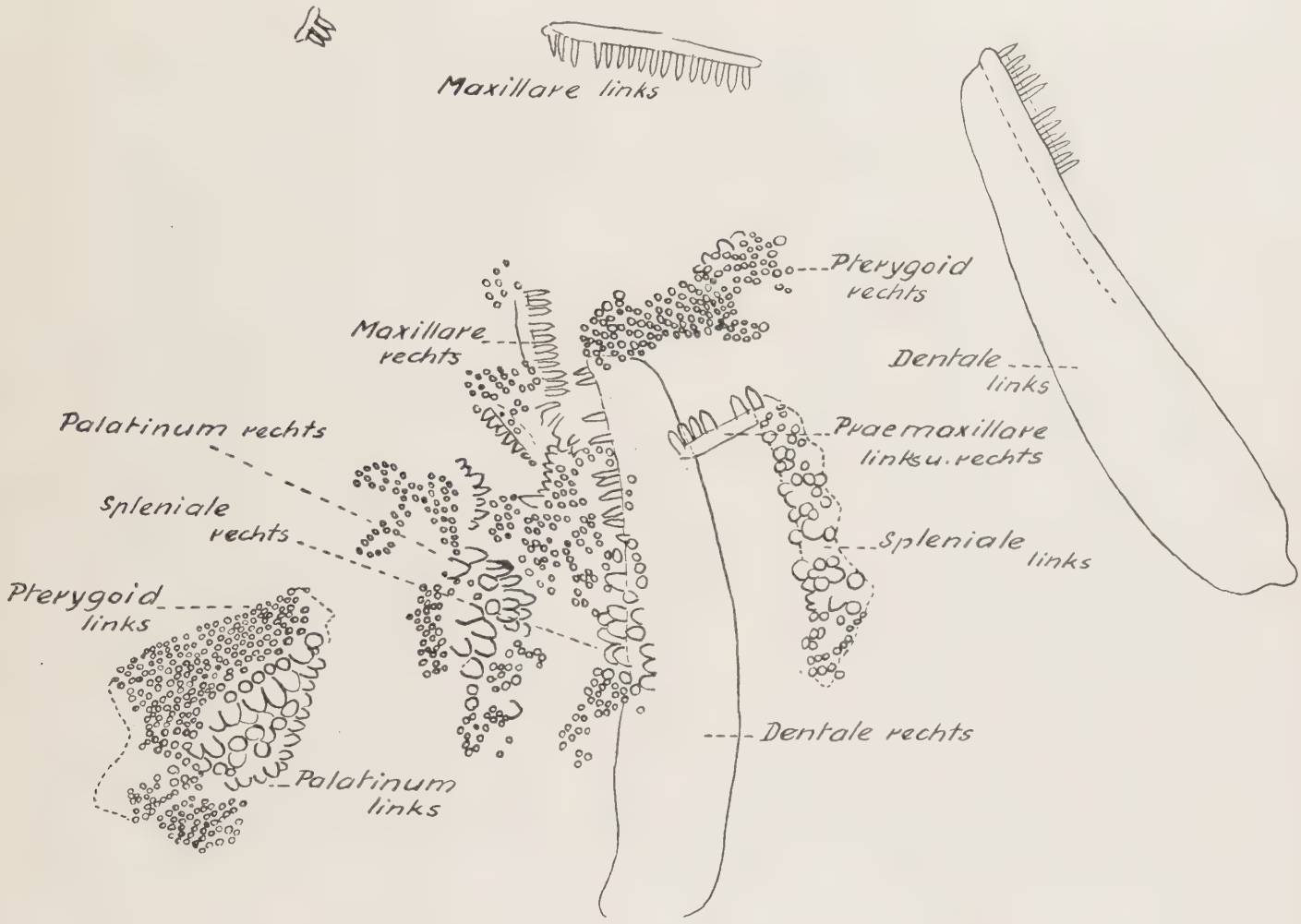
c) Vomer, paarig mit 4—5 Querreihen kleiner Zähne auf seiner Vorderhälfte;
d) Palatinum (Dermopalatinum I und II) mit grösseren randständigen und kleineren Zähnen;
e) Pterygoid (Ectopterygoid und Entopterygoid) mit kleinen Zähnchen dicht besetzt;
f) Dentale mit grossen Zähnen;
g) Spleniale mit kleinen Zähnen.

Textfig. 9. *Colobodus* sp. Grenzbitumenhorizont der anisischen Stufe der Trias, Monte San Giorgio, Tessin, Schweiz. Zoologisches Museum der Universität Zürich. Röntgenaufnahme des beschriebenen Gebisses, angefertigt im Röntgeninstitut des Kantonsspitales Zürich, Dir. Prof. Dr. H. R. Schinz. Nat. Grösse.

Praemaxillare (Textfig. 11).

Erhalten sind 6 Zähne, zwei Zähne stehen nebeneinander, dann folgt eine Lücke, deren Platz ein Zahn ausfüllen könnte, nachher kommen noch 4 Zähne. Sehr wahrscheinlich besass also der Tessiner *Colobodus* 8 Praemaxillarzähne, auf jeder Seite 4. Es sind kräftige Zähne mit einer Höhe

von ca. 4,5 mm, von zylindrischer Form, mit einem Durchmesser von ca. 2 mm. Alle tragen eine ziemlich stumpfe Spitze. Bei jedem kann man ungefähr in der Mitte eine schwache Taille beobachten. Sie sitzen dem Knochen auf, was aus dem Röntgenbilde gut ersichtlich ist. Die Pulpahöhle zieht als gerader schmaler Kanal zur Zahnspitze hinauf. An der Basis ist sie etwas erweitert. Jeder Praemaxillarzahn besitzt eine milchig weisse Warze, ihre Oberfläche ist glatt, der übrige Teil des Zahnes ist schwach gerunzelt.

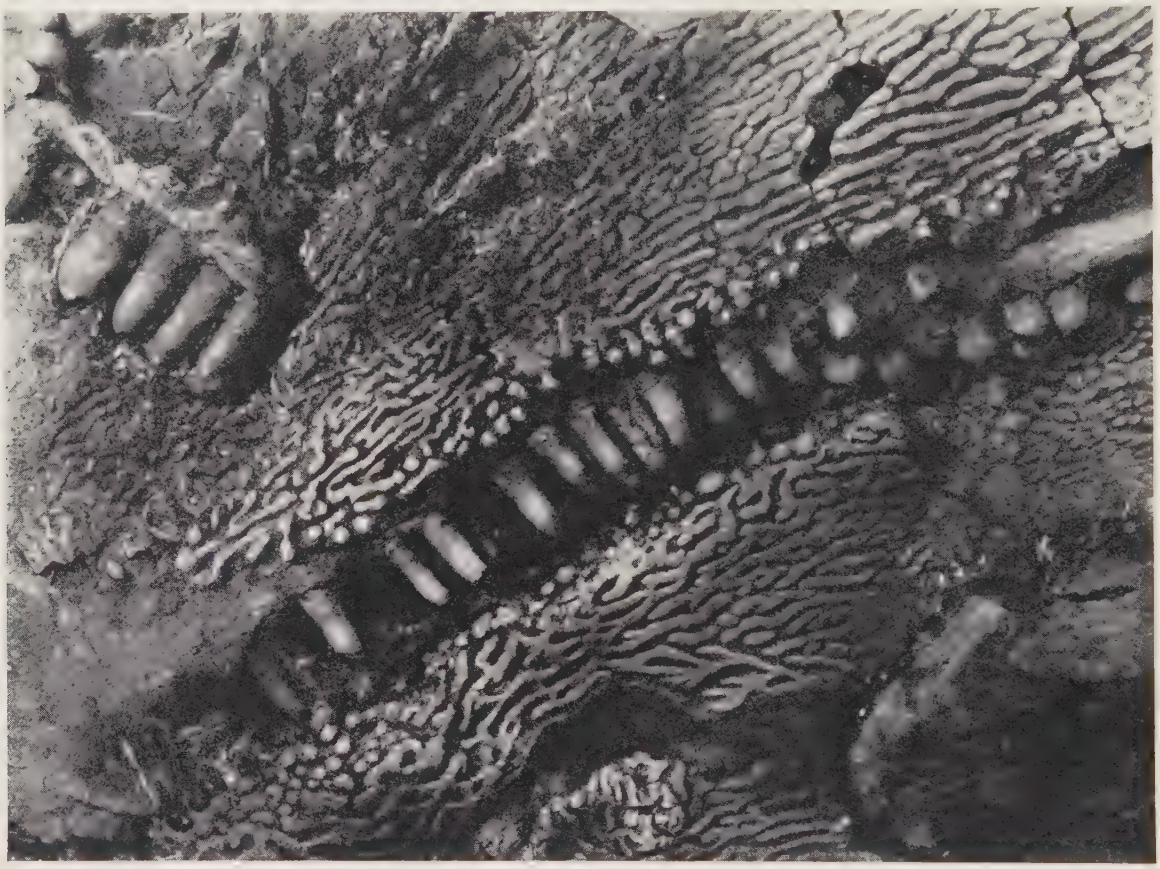


Textfig. 10. *Colobodus* sp. Pause nach der Röntgenaufnahme des Textfig. 9 abgebildeten Exemplares. Nat. Grösse.

Maxillare (Textfig. 11).

Die Reihe der Praemaxillarzähne setzt sich auf dem Maxillare fort. Die Maxillarzähne sind schwächer, schlanker und spitziger. Die meisten weisen eine leichte Krümmung nach hinten auf. Der grösste Zahn besitzt eine Höhe von 5 mm und einen grössten Durchmesser von 1,2 mm; die entsprechenden Masse eines anderen Zahnes betragen 4,2 mm und 0,9 mm. Wie ein feiner dunkler Faden ist im Röntgenbilde die Pulpahöhle zu erkennen; am Grunde ist sie erweitert. Die Spitze der Zähne ist milchig getrübt mit glatter Oberfläche, der übrige Teil des Zahnes ist schwach gerunzelt.

Diese spitzkegelförmigen Zähne werden aussen begleitet von verschieden grossen, kleinen Pflasterzähnchen; sie stehen ziemlich dicht, so dass sich ihre Zahnbasen teilweise berühren. Eine deutliche Anordnung in Reihen habe ich nicht beobachtet; in labialer Richtung können bis drei nebeneinander stehen. Einige von ihnen tragen auf ihrer Kappe eine kleine Warze, von ihr ziehen zur Basis kräftige Rillen. Die grössten Zähnchen haben einen Durchmesser von ca. 1 mm. Ob sich auch auf der lingualen Seite der kegelförmigen Zähne des Maxillare ebensolche kleinen Pflasterzähnchen anschliessen, habe ich an meinem Untersuchungsobjekt nicht beobachten können.



Textfig. 11. *Colobodus* sp. Ober- und Unterkiefer des Textfig. 9 abgebildeten Exemplares. In der linken oberen Bildecke ein Teil des Praemaxillare. Phot. R. Zangerl. Vergr. ca. 3 : 1.

Vomer.

Die Rekonstruktion des Vomers war sehr schwierig und wurde zuletzt vorgenommen. Nachdem wir Palatinum und Pterygoid rekonstruiert hatten, blieb noch ein kleiner Raum hinter dem Praemaxillaria frei; diesen Platz hatte der Vomer eingenommen. Jeder Knochen zeigt ungefähr die Form eines gleichseitigen Dreiecks, die in der Mediane des Schädels eine Seite miteinander gemeinsam haben. In diesen Raum passten jene zahntragenden Knochenfragmente, die bei der Rekonstruktion noch nicht verwendet wurden. Es sind dies Zahnpflaster mit runden Zähnen, deren Basen sich berühren; jeder ist mit einer Warze versehen. Von ihr aus strahlen Runzeln aus, die sich bis auf den Grund des Zahnes erstrecken. Alle Zähnchen besitzen eine Pulpa. Zum Schlusse sei nochmals die unsichere Grundlage der Rekonstruktion des Vomers unterstrichen.

Palatinum (Textfig. 12).

Lateral und hinter dem Vomer liegt das Palatinum. Es ist ein langer, flacher Knochen, der hinten in eine Spitze ausläuft. Seine grösste Breite beträgt ca. 12,5 mm, seine grösste Länge ca. 41 mm. Der ganze Knochen ist mit Zähnen verschiedener Grösse besetzt, die so verteilt sind, dass in der Mitte von vorn nach hinten unregelmässige Reihen grosser Zähne verlaufen. Die meisten Zähne berühren sich, ohne sich gegenseitig in ihrer Formentwicklung zu beeinträchtigen. Die grossen Zähne sind

Textfig. 12. *Colobodus* sp. Gaumenbezahnung des Textfig. 9 abgebildeten Exemplares. Phot. R. Zangerl. Vergr. 3 : 1.

oben etwas konisch zugespitzt, alle tragen auf der Spitze einen kleinen milchig weissen Fleck. Dieses weisse Feld kann von den Seiten durch eine Furche abgesetzt sein. Die Oberfläche dieser grossen Zähne ist schwach gerunzelt. Der grösste Zahn hat eine Höhe von 5 mm, seine grösste Breite ist 2,5 mm. Viele besitzen am Grunde einen etwas geringeren Durchmesser. Die Pulpahöhle ist relativ gross. Gegen die Grenze gegen das Maxillare werden die Zähne kleiner und die Oberfläche gerundeter; die gleiche Beobachtung macht man an der Grenze gegen das Pterygoid.

Pterygoid (Textfig. 12).

Das linke Pterygoid ist mit dem Palatinum noch im Zusammenhang erhalten, das rechte Pterygoid dagegen hat sich vom rechten Palatinum gelöst. Das Pterygoid ist ein langer Knochen, der das

Palatinum auf der medialen Seite einfasst und hinten das Maxillare erreicht. Er besitzt an seiner Aussenseite im vorderen Teil, wo er an das Palatinum grenzt, eine einzige Reihe mittelgrosser Zähne. Sie haben den gleichen Bau wie die grossen Pflasterzähne des Palatinums, besitzen auch einen deutlichen weissen Fleck und sind schwach gerunzelt. Alle übrigen Zähne sind sehr klein und nehmen an Durchmesser in der Richtung zur Mediane ständig ab. Das auffälligste an diesen kleinen Zähnchen ist ihre deutliche Runzelung, die sich, abgesehen von dem weissen Fleck, über den ganzen Zahn erstreckt. Eine Anordnung in ausgesprochenen Reihen habe ich nicht konstatiert.

Dentale.

Das ganze Dentale ist mit einer Reihe dicht gestellter, schlanker, spitziger Zähne besetzt, die alle ungefähr dieselbe Grösse besitzen, einzig die vordersten Zähne erscheinen etwas kürzer. Ihre durchschnittliche Höhe beträgt 5 mm, ihre grösste Breite an der Basis ca. 1,5 mm. Einzelne von ihnen sind leicht nach hinten gebogen. Die Spitze des Zahnes wird von einer helleren Kappe gebildet, die der Warze der Pflasterzähne entspricht. Der obere Teil des Zahnes ist schwach gerunzelt; diese Runzelung beginnt unterhalb der Kappe und streicht nach unten aus. Auf der labialen Seite dieser Zahnreihe kann man einige kleine Pflasterzähnchen beobachten, die sie unregelmässig verteilt begleiten, ihr Durchmesser ist geringer als 1 mm. Die Pulpahöhle ist ein langgestreckter Kanal, der fast bis in die Spitze reicht.

Spleniale.

Auf dem Spleniale sitzen im Gegensatz zum Dentale lauter Pflasterzähne. Ihre Grösse variiert stark, die grössten, die auf der Innenseite der hinteren Hälfte sitzen, erreichen die Dimension der mittleren grossen Zähne des Palatinums. Nach vorn und gegen das Maxillare zu nehmen sie an Grösse ab. Die Innenkante wird begrenzt von einer Palisade von Zähnen mittlerer Grösse, von denen einzelne eine schwach konische Spitze besitzen. Alle Zähne tragen den bekannten weissen Fleck, die grossen sind schwach, die kleineren ausgeprägter gerunzelt. Möglicherweise rührt der Unterschied in der Oberflächengestaltung der grossen und kleinen Pflasterzähne von der verschiedenen mechanischen Beanspruchung her.

Das Gebiss des *Colobodus* weist also zwei Hauptzahnformen auf, spitze, kegelförmige Zähne (Dentale und Maxillare) und runde Pflasterzähne (Palatinum, Pterygoid und Spleniale). Die Praemaxillarzähne von mehr zylindrischer Gestalt mit Spitze schliessen sich den ersteren an. Auf allen zahntragenden Knochen kommen daneben noch kleine Pflasterzähnchen vor. Der Erhaltungszustand des Objektes gestattete mir nicht, die Anwesenheit von kleinen Pflasterzähnchen neben den Praemaxillarzähnen zu konstatieren.

Alle vollständig unversehrten Zähne besitzen eine kleine, meist weiss gefärbte Warze, die in der Regel von einer feinen Rinne umschlossen wird; von dieser aus laufen unregelmässige Runzeln zur Zahnbasis. Stark abgekaute Zähne können die die Warze umziehende Rinne und die Runzelskulptur verlieren.

Durch die Vermittlung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Prof. Dr. B. Peyer, hatte ich Gelegenheit, die Gebissverhältnisse eines von E. Stolley (1920) als *Colobodus* cf. *maximus* (Quenst.)

bestimmten Exemplares zu untersuchen (1920, Taf. XI, Fig. 2 und 3). Der Fisch stammt aus dem oberen Muschelkalk von Nussloch bei Heidelberg und gehört jetzt dem Senckenbergischen Museum in Frankfurt a/M. An ihm ist der Kopf und der Rumpf mit dem Schuppenkleide bis in die Region der Rückenflosse erhalten. Während der Kopf beiderseits schon lange durch Präparation freigelegt worden war, war fast das ganze Gebiss noch im Gestein verborgen, so dass E. Stolley (1920, pag. 34) über die Bezahnung nur folgende kurze Notiz bringen konnte:

„Von der Bezahnung sind nur in der Mittelregion des Oberkiefers die gleichen und auch relativ gleich grossen zylindrischen Warzenzähne sichtbar, wie die Bayreuther Exemplare des *C. maximus* sie so vortrefflich erkennen lassen."

a b

Textfig. 13. *Colobodus* sp. Plastische Rekonstruktion des Ober- und Unterkiefers des Textfig. 9 abgebildeten Exemplares, ausgeführt durch Chr. Strunz. Nat. Grösse. a = Oberkiefer; b = Unterkiefer.

Prof. B. Peyer hatte die Güte, die schwierige Aufgabe der Präparation des Gebisses zu übernehmen und sie glücklich zu Ende zu führen (vergl. Textfig. 14).

Die Gegend der Praemaxillaria ist so deformiert, dass sichere Angaben über ihre Bezahnung nicht gemacht werden können. Die Hauptbezahnung der Maxillaria bildet eine Reihe gedrängt stehender zylindrischer Zähne mit einer stumpfen Spitze. Wo letztere unversehrt erhalten geblieben ist, beobachtet man eine Warze. Gegen hinten werden die Zähne niedriger, dafür aber etwas breiter. Labialwärts von dieser Reihe finden sich noch kleine Pflasterzähnchen; ihre Grösse kann bedeutend variieren; sie sind nicht in Reihen angeordnet. Die Warze ist auch bei ihnen zu finden. Alle Zähne tragen die bekannte Runzelskulptur. In der Gegend des Vomer kann man Fragmente von kleinen Pflasterzähnchen beobachten. Weiter gegen hinten sind dann noch grosse Pflasterzähne freigelegt worden. Ihre Oberfläche ist z. T. unter Bildung von Facetten so zugeschliffen, dass Warze und

das feinere Relief der Zahnoberfläche fehlen und der Zahn durch seine Glätte an Pyknodontenzähne erinnert. Die grossen Pflasterzähne sind von den zylindrischen Maxillarzähnen durch Pflasterzähne mittlerer Grösse getrennt.

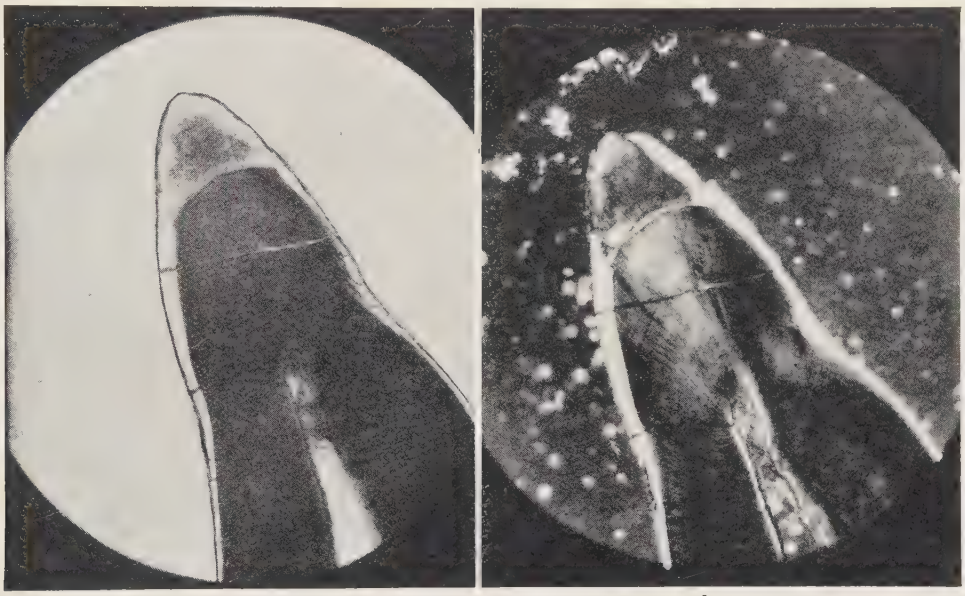
Die Zähne auf dem Dentalia stehen wie Palisaden so dicht, einer neben dem anderen. Sie sind von zylindrischer Gestalt, doch etwas schlanker als ihre Antagonisten im Maxillare. Viele zeigen

Textfig. 14. *Colobodus* cf. *maximus* (QUENSTEDT). Oberer Muschelkalk, Nussloch bei Heidelberg. Senckenbergisches Institut, Frankfurt a/M. Kopf des von E. STOLLEY (1920) beschriebenen und auf Tafel XI, Fig. 2 abgebildeten Fundes nach der Auspräparation des Gebisses. Vergr. ca. 3 : 2.

eine hellere Spitze mit einer Warze; eine feine Runzelung der Oberfläche ist vorhanden. Im linken Mundwinkel auf der Innenseite des Dentale konnte eine kleine Ansammlung von kleinen Pflasterzähnchen freigelegt werden. Es ist offenbar ein Ausschnitt aus dem Pflaster des Spleniale. Diese Feststellungen am nachpräparierten Coloboduskopf waren für mich deshalb bedeutungsvoll, weil sie zeigen, dass die Rekonstruktion des Colobodusgebisses in den Grundzügen richtig war.

Histologische Befunde.

Das Hauptzahnmaterial meiner Schliffe durch Coloboduszähne stammt aus der oben beschriebenen Platte mit den Schädelresten von *Colobodus* aus dem Grenzbitumenhorizont der anisischen Stufe der Trias vom Monte S. Giorgio (Tessin). Ich wählte geeignete Zahnreihen und Zahnpflaster aus und präparierte sie sorgfältig heraus. Auf diese Weise erhielt ich von einem und demselben Individuum eine Sammlung von 28 Zahnschliffpräparaten aller Zahnformen von *Colobodus*. Von den herausgebrochenen Zahnpartien wurden Leimnegative hergestellt und Gipspositive gegossen, welche in die Lücken gesetzt wurden, um auf diese Weise das ursprüngliche Aussehen des Fossiles zu wahren. Zur Ergänzung der Zahnschliffe aus dem Tessin stellte ich noch 10 Dünnschliffe loser Zähne aus dem obersten Muschelkalk von Crailsheim her. Den allgemeinen Aufbau eines Colobodus-



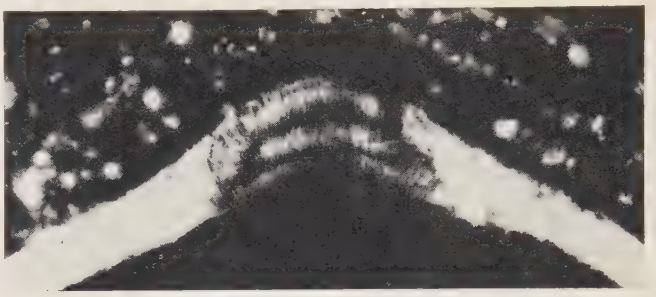
a b

Textfig. 15. *Colobodus* sp. Grenzbitumenhorizont der anisischen Stufe der Trias, Monte San Giorgio, Tessin, Schweiz. Zoologisches Museum der Universität Zürich. Vertikalschliff durch einen spitzen Zahn, Aufnahme mit Trichromfilter (grün); a mit gewöhnlichem Licht, b polarisiert. Vergr. 45 : 1.

zahnes möchte ich mit Hilfe von Textfig. 15 an einem kegelförmigen Zahn des Dentale besprechen. Die Hauptmasse des Zahnes besteht aus Dentin, das die Pulpa umschliesst. Auf dem schwach konischen Dentinzylinder ist ein niedriger Kegel aufgestülpt, der der kleinen, meist weiss gefärbten, wie aus Opal bestehenden Warze entspricht. Nimmt man das Polarisationsmikroskop zu Hilfe und schaltet beide Nicols ein, so beobachtet man, dass dieser Kegel an der Spitze doppelbrechend ist. Daneben ist aber im Mikroskop noch eine dritte Schicht zu erkennen. Sie beginnt als dünne Lage auf dem Dentin etwas über der Zahnbasis und erstreckt sich, im obersten Teil etwas an Dicke zunehmend, eine kurze Strecke über die Grenze Dentin-Warze hinaus, wobei sie die Warze umfasst, also ihr aufliegt. Diese dünne Schicht ist am stärksten doppelbrechend. Ihre Lage und ihr optisches Verhalten bestärken mich in der Annahme, dass es sich um echten Schmelz handelt.

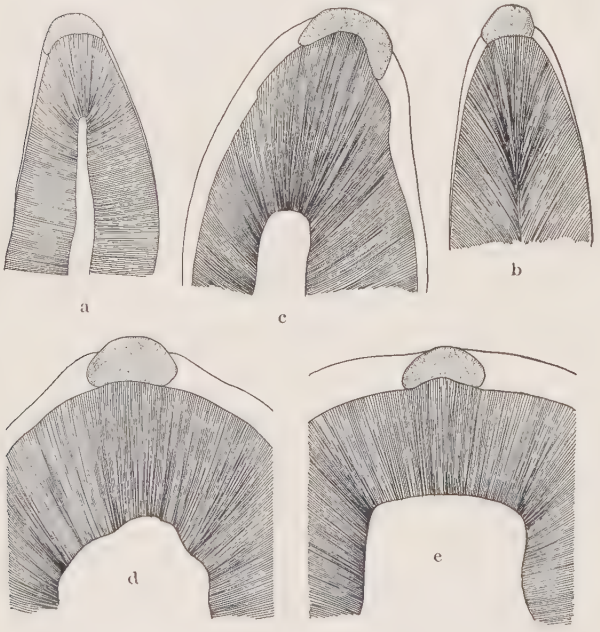
Die andere Hauptzahnform des Colobodusgebisses ist der Pflasterzahn. Ein Schliff durch einen Splenialzahn, wie er auf Taf. 64, Fig. 4 und Taf. 65, Fig. 1 abgebildet ist, zeigt, dass auch bei ihm

unschwer die drei obenerwähnten Schichten zu erkennen sind. Den Hauptteil am Aufbau des Zahnes trägt wieder das mit einer mächtigen Pulpa versehene Dentin. Nicht ganz genau in der Mitte findet sich die charakteristische Warze; in ihrer Grösse ist sie kaum verschieden von der Warze des Dentalzahnes; gleich ist auch ihr optisches Verhalten. Dagegen ist an Stelle der dünnen Schmelzschicht eine mächtige Schmelzlage getreten. Im Bilde beginnt der echte Schmelz als schmaler Saum am Zahnsockel und nimmt dann an der Umbiegungsstelle des Halses zur Kaufläche rasch an Mächtigkeit zu, so dass seine Dicke beinahe die Höhe der Warze erreicht und sie zangenförmig umfasst.



Textfig. 16. *Colobodus* sp. Grenzbitumenhorizont der anisischen Stufe der Trias, Monte San Giorgio, Tessin, Schweiz. Zoologisches Museum der Universität Zürich. Ausschnitt aus einem Vertikalschliff durch einen flachen Pflasterzahn. Eindringen von Dentinkanälchen in die Warze. Vergr. 90 : 1.

Der Pflasterzahn lässt sich ungezwungen vom Typus der spitzkonischen Zähne ableiten. Durch Verbreiterung dieser spitzen Zähne entstehen mehr zylindrische Zähne, die, wenn sie sich noch stärker verkürzen und verbreitern, zu niedrigen Pflasterzähnen werden. Ich habe unter meinen Schliffbildern alle Übergänge der einen in die andere Form beobachtet (vergl. Textfig. 17). Der Aufbau des gelbbraun gefärbten Dentins ist verhältnismässig einfach. Es wird durchzogen von einer Unzahl feinster Dentinkanäle, die fast rechtwinklig ausstrahlen, um in schwach gewellten Zügen die Peripherie des Zahnes zu erreichen. An einigen günstigen Stellen konnte ich beobachten, dass die Dentinkanäle sich verzweigen, indem kurze Ästchen nach allen Seiten unter einem scharfen Winkel abgegeben werden. Prachtvoll sind an vielen Präparaten die Anwachsstreifen zu sehen (vergl. Taf. 64, Fig. 4). Sie verlaufen im Zahnsockel ungefähr parallel zur Pulpawand. In der Zahnkrone ziehen sie ungefähr horizontal als schwach gewellte Streifen von der einen Schmelzgrenze zur anderen.



Textfig. 17. *Colobodus* sp. Topographische Beziehungen von Warze, Schmelz und Orthodentin bei spitzen Zähnen, Übergangsformen und Pflasterzähnen. Vertikalschliffe. a, c, d, e gehören zu dem Textfig. 9 abgebildeten Exemplar aus dem Grenzbitumenhorizont der anisischen Stufe, Monte San Giorgio, Tessin, Schweiz; b stammt aus dem Grenz-Bonebed von Crailsheim. Vergr. ca. 10 : 1.

Auch bei Verwendung von gewöhnlichem Licht hebt sich die Warze von ihrer Umgebung ab. Eine scharfe Grenze kann man nur gegen den Schmelz hin beobachten; dadurch, dass sie auch bei starker Vergrösserung milchig getrübt erscheint, lässt sie sich vom Dentin abgrenzen. Das Innere der Warze ist gekörnelt. Diese feine Körnelung reicht nicht bis zur Peripherie der Warze; diese ist von einem relativ schmalen hellen Saum begleitet (vergl. Textfig. 16).

Die Zahnbeinkanälchen setzen sich in die Warze hinein fort, doch ist ihr Verlauf nach dem Eindringen nicht mehr so parallel und geordnet wie im eigentlichen Dentin, sondern sie liegen wirr

durcheinander, überkreuzen sich, ohne sich zu verästeln. Nicht alle Präparate zeigen ein wirres Geflecht, in einzelnen Fällen beobachtet man, wie die eingedrungenen Zahnbeinkanäle, ohne ihre Richtung zu ändern, unverästelt die Warze durchziehen. In einigen Fällen erreichen die Dentinkanäle die Peripherie der Warze, dieses wechselnde Verhalten scheint mit dem Grade der Abkauung im Zusammenhange zu stehen.

Die Form der Warze variiert stark. Am regelmässigsten ist sie bei den spitzen Zähnen, deren Spitze sie allein bildet, unregelmässig bei den Pflasterzähnen, wo sie beinahe ganz von Schmelz umfasst wird. Die Grundfläche der Warze ist eingedrückt, so dass eine kleine Erhebung des echten Dentins von wechselnder Höhe hineinreicht, vergleichbar der Scheinfrucht einer Walderdbeere. Grossen Schwankungen ist auch die Höhe der Warze unterworfen. Die höchsten Warzen habe ich bei spitzen Zähnen angetroffen; die Höhe ist bei ihnen etwas grösser als der Durchmesser. Bei Pflasterzähnen kommt es häufig vor, dass der Durchmesser doppelt so gross als die Höhe ist. Warzen von Pflasterzähnen verlieren oft ihre symmetrische Form, sie können auf der einen Seite weiter basalwärts reichen als auf der anderen. Unter meinen Präparaten habe ich Dünnschliffe von Zähnen der verschiedensten Abkaustadien. Die Härte der Warze wird vom Schmelz dabei nicht übertroffen, ich habe nirgends ein rascheres Abgeschliffenwerden der Warze beobachten können. Trotz dieser Übereinstimmung der Warze mit dem echten Schmelz, trotz ähnlichem optischen Verhalten geht aus meinen Beobachtungen hervor, dass die Warze ein Abkömmling des Dentins ist, vergleichbar dem modifizierten Dentin der vorher beschriebenen Zähne. Anwachsstreifen habe ich in der Warze keine gesehen.

Textfig. 18. *Colobodus* sp. Grenz-Bonebed von Crailsheim. Naturalienkabinett, Stuttgart. Pflasterzähne mit Warze. Vergr. ca. 5 : 2.

Der Schmelz ist vom Dentin und der Warze markant abgegrenzt. Er ist glasartig, am stärksten doppelbrechend. Andeutungen vom Eindringen der Dentinkanälchen in den Schmelz habe ich an einem einzigen Schliff durch einen Pflasterzahn aus Crailsheim beobachtet. Ihr Eindringen ist auf eine kurze Strecke sicher zu verfolgen. Gelegentlich ist auch eine feine Streifung des Schmelzes festzustellen. Die parallelen Streifen gehen von der Grenze des Dentins unter einem spitzen Winkel ab und durchsetzen den Schmelz. In der Nähe der Warze können sie von der Dentingrenze durch den Schmelz zur Warzengrenze ziehen, gegen die Basis zu verlaufen sie beinahe parallel der Dentingrenze. Die Pulpahöhle folgt bei allen Zähnen der Kontur des Zahnes. Bei einem spitzen Zahne beträgt ihr Durchmesser etwas weniger als $^1/_3$ des Zahndurchmessers, bei den Pflasterzähnen ist sie relativ bedeutend mächtiger. Sie reicht nie bis zur Warze hinauf.

Alle Zähne sind mit dem Knochen verwachsen und in ihn eingesenkt. Das Schliffbild der Tessiner Coloboduszähne ist klarer und deutlicher als dasjenige der Zähne aus Crailsheim. Die letzteren sind viel stärker mineralisiert. Im übrigen stimmen die histologischen Befunde der Zähne aus dem Tessin und aus Crailsheim überein.

Das erste Schliffbild eines Pflasterzahnes von *Colobodus* sp. aus Crailsheim veröffentlichte B. Peyer (1937, Abb. 85). Aus Raummangel ist eine Deutung dieses Vertikalschliffes unterblieben.

O. Jaekel hat in der Arbeit von E. Hennig (1906) die kleine milchig getrübte Warze von *Colobodus* aus dem Muschelkalk erwähnt. Er bezeichnet ihre Substanz als Tecodentin, das sich nach ihm z. B. bei Lepidosteiden, Pyknodonten, *Saurichthys*, Labriden, Spariden und wahrscheinlich, wenn auch später modifiziert, bei allen Teleosteern findet. Ich werde zu den Anschauungen von O. Jaekel in einem späteren Abschnitt, Seite 38, Stellung nehmen.

8. Paralepidotus.

Unter dem Colobodusmaterial von Crailsheim, von dem ich dank der Liberalität der Direktion des Naturalienkabinettes in Stuttgart reichlich Schliffe anfertigen konnte, findet sich eine ganze Anzahl von einzelnen Zähnen und von Zahnpflaster, die keine Warze besitzen. Die Schliffe zeigten sofort, dass die Struktur dieser Warzenzähne von derjenigen des typischen Coloboduszahnes völlig verschieden ist.

Sie ist, wie im folgenden ausgeführt wird, derjenigen von *Lepidotus* sehr ähnlich. Gewiss kann auch an einem echten Coloboduszahn die Warze gelegentlich äusserlich wenig oder gar nicht in Erscheinung treten oder durch Usur verebnet sein. Allein nach der Anfertigung einer grösseren Anzahl von Dünnschliffen ist es mir möglich geworden, in den allermeisten Fällen die warzenlosen Zähne mit Sicherheit von den echten Coloboduszähnen zu unterscheiden.

Durch die Befunde am Tessiner *Colobodus*-Material wissen wir, dass an allen Zähnen eines Gebisses der mit der Warze verbundene innere Bau vorhanden ist, auch wenn die Warze äusserlich nicht in Erscheinung tritt. Aus den noch nicht publizierten Untersuchungen von Dr. A. Boni über Ganoiden aus dem Hauptdolomit und aus dem Rhät von Oberitalien geht hervor, dass *Paralepidotus ornatus* (Ag.) [= *Colobodus ornatus* (Ag.) nach A. S. Woodward und anderen Autoren] eine Zahnstruktur aufweist, die derjenigen von *Lepidotus* nahe steht, von derjenigen von *Colobodus* dagegen durchaus verschieden ist. Die Untersuchung der Zahnstruktur führt somit zum gleichen Resultat, zu dem E. Stolley (1920) auf Grund von osteologischen Überlegungen gelangt ist. Die Untersuchung des *Colobodus*-Materiales, das uns von der Direktion des Naturalienkabinettes in Stuttgart zur Untersuchung zur Verfügung gestellt worden ist, ergibt, dass sich unter den teils spitzen, meist aber halbkugeligen oder zylindrischen Zähnen, die gemeinhin als *Colobodus* bezeichnet werden, mit Sicherheit zwei Gattungen zu unterscheiden sind. Die eine entspricht der Gattung *Colobodus* im engeren Sinne — von der anderen lässt sich, bevor weitere Funde besseren Aufschluss geben, einstweilen vermuten, dass sie dem Formenkreise von *Paralepidotus ornatus* (Ag.) nahe steht.

Auf Grund dieses Ergebnisses sei auf folgendes hingewiesen: Es dürfte sich empfehlen, das Colobodusmaterial von allen Fundstellen, von denen reichlich Zähne vorhanden sind, daraufhin nachzuprüfen, ob wirklich *Colobodus* im engeren Sinne oder eine *Paralepidotus*-artige Form vorliegt. Eine genaue Prüfung dieser Frage wäre namentlich hinsichtlich der zeitlichen Verbreitung der Gattung *Colobodus* von Interesse. Es lässt sich vermuten, dass in den obersten Gliedern der Trias die *Paralepidotus*-artigen Formen überwiegen; wie weit *Colobodus* in engerem Sinne hinaufreicht, lässt sich zur Zeit nicht mit Sicherheit sagen (vergl. Textfig. 18 und 19).

Bevor ich zur Beschreibung der Schliffbilder übergehe, sei das Aussehen der *Paralepidotus*-artigen Zähne aus der Lettenkohle von Crailsheim kurz beschrieben. Es sind Pflaster von verschieden

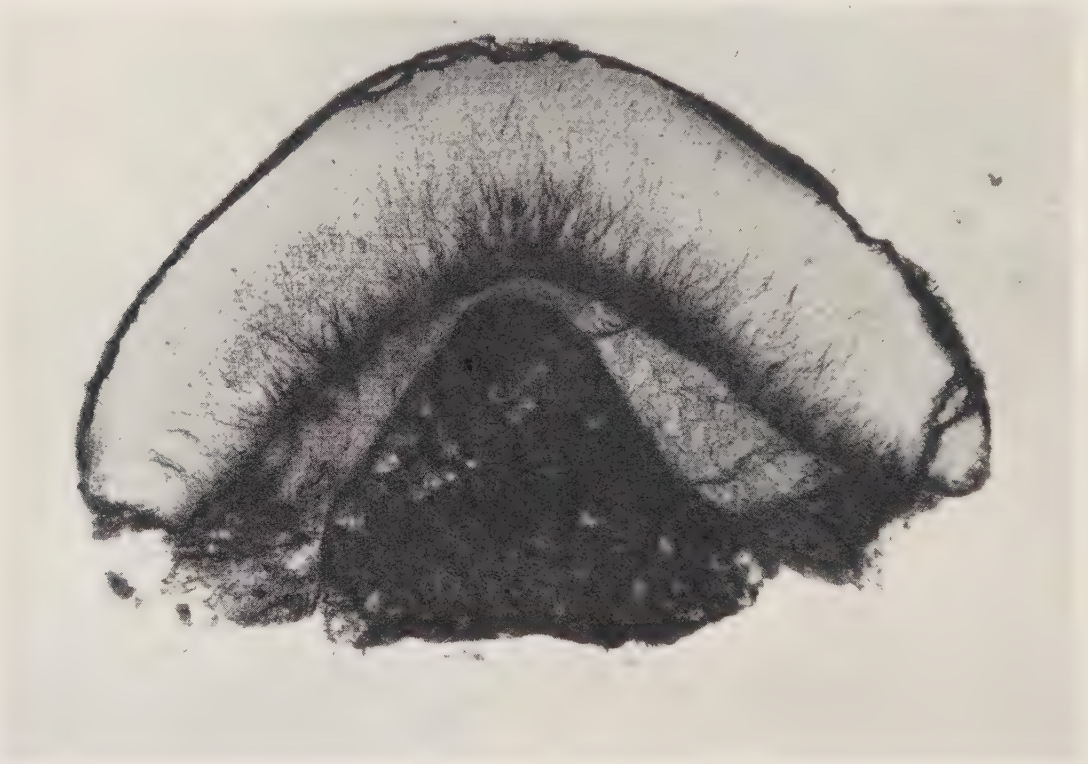
grossen Zähnen. Die grösseren Zähne liegen mehr im Innern der Platte, die kleinen mehr am Rand. Die grössten Zähne weisen einen Durchmesser bis ca. 3 mm auf. Sie sind gerundet und stehen so dicht gedrängt, dass sie sich gegenseitig abplatten; ein kreisförmiger Umriss ist nur wenigen eigentümlich. Verschiedene Zahnlagen liegen übereinander. Ich habe deren bis fünf gezählt. Auf keinem der Zähne ist eine Warze zu sehen, ebenso fehlen Runzeln oder andere Oberflächenskulpturen. Die Färbung der Zähne schwankt innerhalb des gleichen Gebisses. Neben dunkler gefärbten Zähnen können solche von hellerer Farbe auftreten. Viele Zähne, besonders die grösseren, besitzen an ihrer Oberfläche Facetten, die von der mechanischen Beanspruchung des Gebisses beim Nahrungserwerb zeugen.

Textfig. 19. cf. *Paralepidotus*. Grenz-Bonebed, Crailsheim. Naturalienkabinett, Stuttgart. Pflasterzähne ohne Warze. Vergr. ca. 5 : 2.

Histologischer Befund.

Das Zahnmaterial aus Crailsheim war bezeichnet als: *Colobodus varius* Giebel. Ich wählte passende Zähne aus und stellte 3 Horizontal- und 9 Vertikalschliffe her, die ein vom echten *Colobodus* ganz abweichendes histologisches Bild ergaben. Das Übersichtsbild Textfig. 20 und Taf. 65, Fig. 4 zeigt, dass der Zahn aus zwei Hartgebilden besteht, aus einer mächtigen Kalotte, deren Unterseite Dentin anliegt. Das Dentin ist an der Basis am breitesten und nimmt nach oben stark ab, so dass es unterhalb der grössten Höhe des Zahnes als schmaler Saum im Präparate erscheint. Von der kegelförmigen Pulpahöhle dringen zahlreiche Zahnbeinkanäle in leicht gewelltem Lauf auf dem kürzesten Wege zur Dentingrenze. Bei starker Vergrösserung beobachtet man, dass von den Dentinkanälen von Anfang an viele kurze Ästchen unter beinahe rechtem Winkel abzweigen. Die kleinen Querästchen sind noch unter sich weiter verzweigt. Anastomosen kleiner Ästchen habe ich beobachtet, so dass man sich das Dentin erfüllt von einem reichen Netzwerk kleiner Abzweigungen der Dentinkanäle vorstellen kann. Die Dentinkanäle dringen dann in die mächtige Kappe ein, die einen helleren

Farbton aufweist als das Dentin, um unverzweigt, wirr durcheinander liegend und verwoben, beinahe die Oberfläche des Zahnes zu erreichen. Anastomosen habe ich unter ihnen keine beobachtet. Im Gegensatz zum Dentin zeigt die mächtige Kappe unter dem Polarisationsmikroskop Doppelbrechung. Aus den Beziehungen dieser Schicht zum Dentin und aus ihrem Verhalten im polarisierten Licht lässt sich unschwer erkennen, dass sie homolog jener Schicht ist, die ich bei den früheren Beschreibungen als modifiziertes Dentin bezeichnet habe. Eine stark doppelbrechende Schicht, also Schmelz, habe ich auf keinem meiner Dünnschliffe beobachten können. Dieser negative Befund schliesst natürlich nicht aus, dass sie am Zahne doch angelegt wird und an einem vollständig intakten Zahn nachgewiesen werden könnte. Man darf aber annehmen, dass, falls sie vorhanden ist, der Schmelz für die Funktion des Zahnes eine geringe Rolle spielt und wohl nur rudimentär sein wird.



Textfig. 20. cf. *Paralepidotus*. Grenz-Bonebed, Crailsheim. Naturalienkabinett, Stuttgart. Vertikalschliff durch einen Pflasterzahn. Pulpahöhle von Gestein ausgefüllt. Phot. R. Zangerl. Vergr. ca. 50 : 1.

Das Dentin zeigt an einigen Stellen Anwachsstreifen; sie ziehen ungefähr parallel zur konkaven Unterseite der Kalotte aus modifiziertem Dentin.

An den meisten Zähnen ist das Dentin noch weniger entwickelt, an vielen Schliffen fehlt es überhaupt ganz. Sicher hängt diese schwache Entwicklung des eigentlichen Dentins mit der Art des Zahnersatzes zusammen. Das Gebiss wird, wie erwähnt, aus verschiedenen Zahnlagen gebildet, jeder Zahn ist bereits untermauert von einer ganzen Reihe von Ersatzzähnen. Es ist mir nicht gelungen, ein solches Zahnpaket als Ganzes zu schleifen; dagegen ist an einem Zahnschliff das Dentin des darübersitzenden Zahnes auf der Kalotte aus modifiziertem Dentin noch erhalten.

9. Lepidotus elvensis (Blainville).

Für die vergleichende Untersuchung war es besonders wertvoll, dass die Typusart der Gattung *Lepidotus*, nämlich *Lepidotus elvensis* (Blainville), untersucht werden konnte. Diese im oberen Lias von Württemberg, Bayern, Nordfrankreich und England weit verbreitete Art zeichnet sich dadurch aus, dass die Zähne der Kieferränder von ziemlich spitzer Form sind (vergl. z. B. die Abb. F. A. Quenstedt, 1867, Taf. 16, Fig. 6b) und dass auch unter den Pflasterzähnen regelmässig halbkugelig gerundete Formen selten auftreten; auch die zylindrischen Pflasterzähne weisen in den meisten Fällen noch eine stumpfe Spitze auf. An den nicht ganz gerundeten Zähnen ist die Oberfläche weniger regelmässig gerundet als bei den Formen aus dem oberen Jura, z. B. *Lepidotus maximus* Wagner. Die Dimensionen der uns vorliegenden Exemplare sind bedeutend geringer als diejenigen von *Lepidotus maximus* Wagner. Vergleichsweise wurde auch ein Schliff durch einen wohl erhaltenen Zahn von *Lepidotus maximus* Wagner aus dem oberen Jura von Trient (Südtirol) geschliffen. Trotz anscheinend vollkommener Erhaltung entspricht das Bild nicht der für *Lepidotus* typischen Zusammensetzung des Zahnes aus echtem Schmelz, echtem Zahnbein und einer oberen Kappe (Schmelzkappe der Autoren), sondern nur der letzteren. Der im Text-book of Palaeontology von K. A. Zittel, herausgegeben von A. S. Woodward (1932) pag. 9 Fig. 12 abgebildete Schliff von *Lepidotus gigas* Ag. scheint einen basalen Schmelz aufzuweisen. Auch der in der Arbeit von E. Hennig (1906) Taf. 13, Fig. 1 abgebildete Schliff von *Lepidotus gigas* Ag. aus dem oberen Jura wie bei *Lepidotus elvensis* (Blainville) zeigt die genannten drei Schichten in typischer Ausbildung.

Histologische Befunde.

Von *Lepidotus elvensis* (Blainville) aus dem Lias ε II 4/5 aus Holzmaden, habe ich 9 Längsschliffe angefertigt, dazu vergleichsweise noch einen Zahn von *Lepidotus maximus* Wagner aus dem Malm von Trient (Südtirol) vertikal geschliffen. An dem stumpf kegelförmigen Zahne sind drei Schichten zu unterscheiden (vergl. Taf. 65, Fig. 2, 3 und 5). Der Hauptanteil am Aufbau des Zahnes kommt dem Dentin zu. Es ist von einer Pulpahöhle durchzogen, deren Durchmesser ungefähr $^1/_3$ des Zahndurchmessers beträgt. Die Pulpahöhle, die überall ungefähr die gleiche Breite hat, endigt mit einer Spitze. Das Dentin ist in der Mitte etwas eingeschnürt, so dass der Zahn eine Taille aufweist. Anwachsstreifen im Dentin kann man deutlich beobachten. Die Spitze des Zahnes wird von einer, im Gegensatz zur honiggelben Farbe des Dentins, hellen Kappe bedeckt. Untersucht man die Kappe im polarisierten Licht, so erkennt man sofort, dass das scheinbar einheitliche Gebilde aus 2 strukturell verschiedenen Substanzen besteht. Der grösste Teil der Kuppe wird von einer schwächer doppelbrechenden Substanz gebildet, während eine dünne Schicht, die etwas oberhalb der Taille des Zahnes beginnt, dem Dentin aufliegt und auf einer kurzen Strecke auch die oberste Schicht überdeckt, stark doppelbrechend ist. Diese letztere Schicht ist Schmelz. Das Dentin wird erfüllt von einer Reihe feinster Dentinkanälchen. Sie ziehen, fast senkrecht von der Wand der Pulpahöhle herkommend, auf kürzestem Wege zur Peripherie des Zahnes, kleine, ganz leichte Wellen sind in ihrem Verlaufe zu beobachten. Das Ganze erinnert an die Halme eines schönen, stehenden Getreidefeldes. Verzweigungen der Dentinkanälchen habe ich nicht beobachtet. Von der Grenze zwischen dem Dentin und der schwach doppelbrechenden Schicht an ändert sich das Bild plötzlich; die Zahnbein-

kanälchen wandern hinüber und verlaufen regellos, wirr durcheinander, und man hat den Eindruck von „stems of corn beaten down with heavy rain" (R. Owen, 1840—1845, pag. 70). Keines der wirr durcheinander liegenden Dentinkanälchen erreicht die Oberfläche des Zahnes. Markant abgesetzt von dieser Schicht aus modifiziertem Dentin ist der Schmelz. Er weist Spuren einer feinen Streifung auf. Den Eintritt von Dentinkanälchen kann ich nirgends beobachten. Zum Schlusse möchte ich nochmals das Überlappen der Schmelzschicht auf die Kappe aus modifiziertem Dentin hervorheben. Der Zahn ist mit dem Knochen fest verwachsen: E. Hennig (1906) hat in seiner Arbeit auf Taf. XIII, Fig. 1 ein Schliffbild von *Lepidotus gigas* Ag. (Nattheim) veröffentlicht.

10. Dapedius punctatus (Agassiz).

A. S. Woodward schreibt in seinem Catalogue (1885, pag. 128) über die allgemeine Form der Dapediuszähne folgendes: „Teeth robust, styliform, with simple, bifid, or mammilliform apex, arranged in clusters within the mouth". Es wäre von grossem Interesse, das Verhalten der äusseren Kappe an den Arten zu untersuchen, deren randliche Zähne laut A. S. Woodward zweispitzig sind. Es findet sich dies bei *D. politus* Leach, *D. radiatus* Ag., *D. orbis* Ag., *D. dorsalis* Ag. und *D. colei* Ag. A. S. Woodward bringt (1885, pag. 141, Fig. 27) eine Abbildung des Gebisses von *D. colei* Ag., und in K. A. Zittel's Text-book of Palaeontology (1932) ist *Dapedius pholidotus* Ag. abgebildet (pag. 129, Fig. 196b).

Meine Exemplare stammen alle aus dem Lias, Holzmaden. Die randlichen Zähne sind spitze Zähne von etwa 3—4 mm Grösse. Die Zähne sind an der Oberfläche glatt und gegen die Spitze zu etwas heller als an der Basis.

Textfig. 21. *Dapedius punctatus* (Ag.). Lias ε II 6, Holzmaden. Zoologisches Museum der Universität Zürich. Vertikalschliff. Vergr. 13,5 : 1.

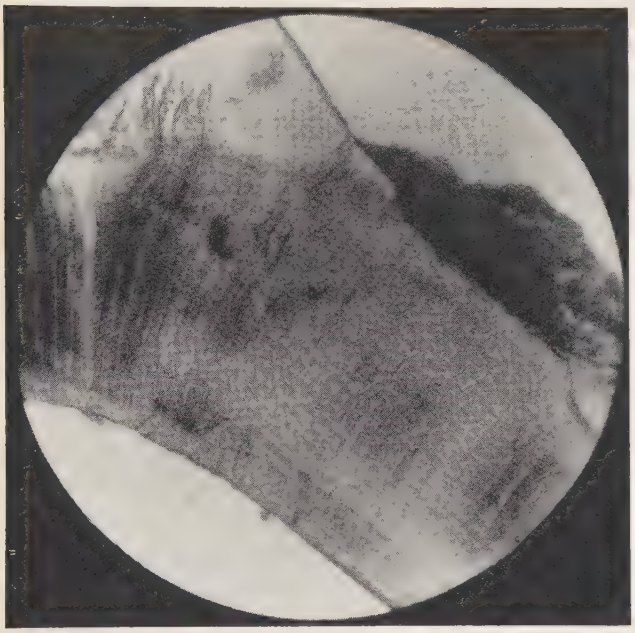
Histologischer Befund.

Von 4 Vertikalschliffen von Zähnen von *Dapedius punctatus* Ag. aus dem Lias ε II 6 (Posidonienschiefer) aus Holzmaden, ist nur ein einziger gut geraten (vergl. Textfig. 21). Der Schliff zeigt eine grosse Ähnlichkeit mit entsprechenden Bildern von Lepidotuszähnen. Das Hauptbaumaterial des spitz-konischen Zahnes ist Dentin. Auf diesen Dentinkegel ist fingerhutartig eine Kappe aufgestülpt. Sie besteht zum grössten Teil aus modifiziertem Dentin. An ihrer Basis wird diese Kuppe umfasst von einer dünnen, stark doppelbrechenden Schmelzschicht, die als dünne Lage hauptsächlich das Dentin umkleidet. Wie weit diese Schmelzschicht hinunterreicht, ist sehr schwer zu entscheiden. Ich kann sie auf dem vorliegenden Präparat bis auf $^2/_3$ der Zahnhöhe hinunter verfolgen. Das Dentin besitzt zahlreiche Dentinkanälchen, die von der Pulpahöhle ausstrahlen und in geschlängeltem Lauf rasch die Peripherie des Zahnes erreichen. Wo das Dentin den kleinen Zapfen bildet, über den die oberste Kappe gestülpt ist, wandern sie zahlreich in das modifizierte Dentin hinein. Ihr Verlauf ist dort

auf eine kurze Strecke zu verfolgen, er ist ungeordnet, aber nicht in dem Masse wie bei *Lepidotus*. Verzweigungen der Dentinröhrchen habe ich weder im Dentin noch im modifizierten Dentin beobachtet. Der übrige Teil des modifizierten Dentins ist durch eine hellere, fast milchige Farbe vom gelbbraunen Dentin abgesetzt. Vom Schmelz ist nichts Eigentümliches zu konstatieren.

11. Pyknodonten.

L. Agassiz (1833—1843) bringt in seinem Atlas (I/II, Tab. G, Fig. 1) die Abbildung eines Schliffbildes von *Pycnodus gigas* Ag. Weiter hat E. Hennig (1906) in seiner Arbeit zwei Schliffbilder von *Gyrodus* (Taf. XIII) publiziert; O. Jaekel hat in der gleichen Arbeit die Histologie der Pyknodontenzähne beschrieben. Alle Forscher, L. Agassiz, E. Hennig und O. Jaekel hatten den basalen Schmelz der Pyknodontenzähne übersehen, bis erst J. J. Thomasset (1930) das erste Schliffbild eines Pyknodonten: *Mesodon bucklandi* (Ag.), Séquanien (Calvados), mit basalem Schmelz veröffentlichte.



Textfig. 22. *Pycnodus gigas* Ag. Oberer Malm, Solothurn. Zoologisches Museum der Universität Zürich. Ausschnitt aus einem Vertikalschliff. Orthodentin, modifiziertes Dentin und Schmelz. Vom Schmelz nur eine kleine Partie zunächst dem modifizierten Dentin erhalten; im übrigen wird die erodierte Aussenfläche des Orthodentines von anhaftendem Gestein bedeckt. Phot. O. Heussi. Vergr. 60:1.

Für die histologische Vergleichung habe ich einige Vertikalschliffe von Pyknodonten, nämlich von *P. couloni* Ag., *P. gigas* Ag. und *Gyrodus titanius* Wagner angefertigt. Das Material stammt aus dem Zoologischen Museum der Universität Zürich.

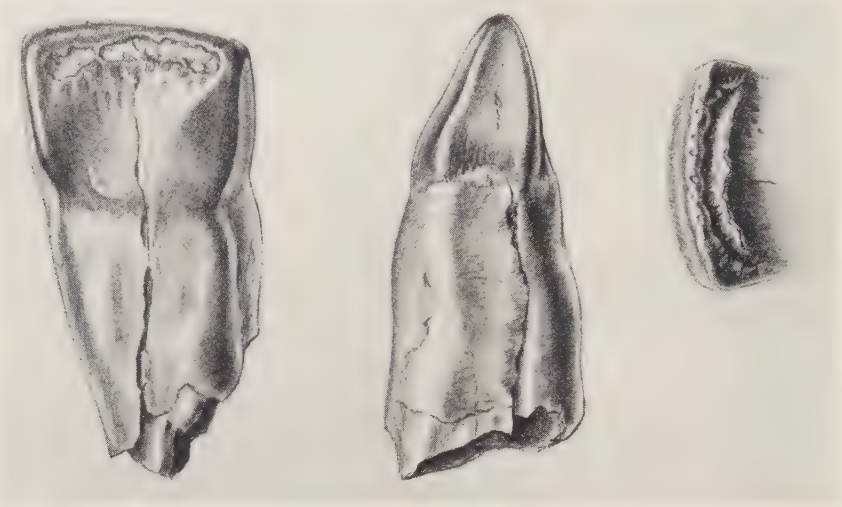
Histologischer Befund.

An allen meinen Schliffen habe ich Spuren von echtem Schmelz mit Hilfe des Polarisationsmikroskopes feststellen können. Auf Textfig. 22 keilt er sich bei einem Präparat von *Pycnodus gigas* Ag. als kleines dreieckförmiges, stark doppelbrechendes Teilchen an der Grenze zwischen Dentin und modifiziertem Dentin ein und überlagert die letztere Substanz etwas.

12. Sargodon tomicus Plieninger.

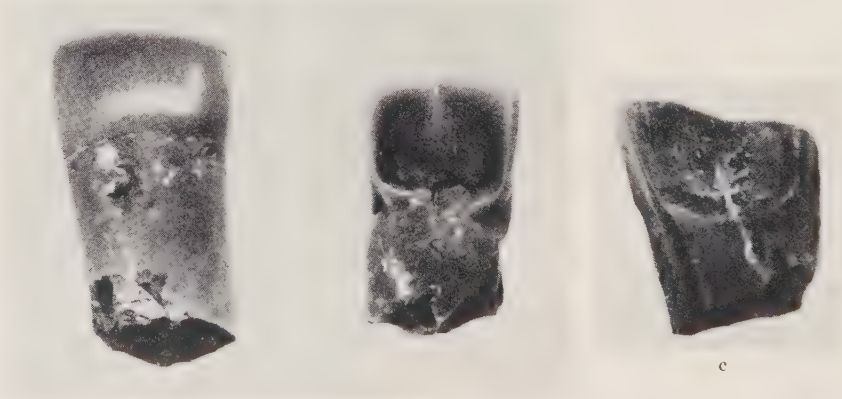
Th. Plieninger (1847) erkannte, dass die von ihm (1844) als *Psammodus orbicularis* und *Sphaerodus minimus* Ag. beschriebenen Pflasterzähne wahrscheinlich zu *Sargodon tomicus* Plien. gehören. Der wirkliche Nachweis wurde erst durch B. Peyer (1919) geführt. J. J. Thomasset (1930) beschrieb ohne Kenntnis der Arbeit von B. Peyer sachlich zutreffend die Histologie des Sargodonzahnes.

Seine Deutung der drei verschiedenen Hartgebilde weicht aber beträchtlich von derjenigen B. Peyer's ab. B. Peyer gab 1937, auf Grund eines Zahnmateriales, das in verdankenswerter Weise von der Direktion des Naturalienkabinettes in Stuttgart überlassen wurde, weitere Abbildungen von Sargo-



Textfig. 23. *Sargodon tomicus* Plieninger. Rhät, Württemberg. Naturalienkabinett, Stuttgart. Schneidezahn, abgekaut. Lingualansicht, Seitenansicht und Ansicht von oben. Vergr. ca. 10 : 1.

donzähnen (Abb. 81, 82 und 83). Für die vorliegende Untersuchung habe ich eine grosse Anzahl von Schliffen durch Schneide- und Pflasterzähne von *Sargodon*, die aus dem Rhät von Niederschöntal (Basel) stammen, angefertigt. Zur vergleichenden Histologie konnte ich 22 eigene Präparate neben



a b c

Textfig. 24. *Sargodon tomicus* Plieninger. Rhät, Niederschöntal, Basel. Naturhistorisches Museum Basel. Schneidezähne. Phot. R. Zangerl. Vergr. ca. 6 : 1.

a. Schneidezahn, Labialansicht. Schliffbild dieses Zahnes siehe Taf. 64, Fig. 1.
b. Schneidezahn, Lingualansicht; wenig abgekaut.
c. Schneidezahn, Lingualansicht, stärker abgekaut.

8 Präparaten meines Lehrers Prof. Dr. B. Peyer benützen. Ein Schneidezahn besteht aus zwei deutlich getrennten Teilen: der Krone und der Basis (vergl. Textfig. 23 und 24). Die robuste, glänzende Krone besitzt beim intakten Zahn, häufig nicht ganz in der Mitte der Schneide, eine Ausschwei-

fung, so dass der Zahn 2 stumpfe Spitzen besitzt. Die labiale Seite ist leicht konvex, auf der lingualen Seite erstreckt sich von Spitze zu Spitze eine leichte Delle. Mit dem Vorschreiten der Abkauung wird die Ausschweifung undeutlicher und kann zuletzt ganz verschwinden, so dass der Zahn ein meisselartiges Aussehen bekommt, mit einer schwach nach oben gewölbten Schneide. Die Ähnlichkeit in diesem Abkaustadium mit einem oberen Milchincisivus des Menschen ist recht gross. Die angekauten Facetten besitzen punktförmige Vertiefungen und erhalten so ein durchlöchertes Aussehen. Wie auch der unversehrte Zahn häufig unsymmetrisch ist, trifft man viele schief angekauten Zähne an. Ich glaube, dass Symmetrie und Asymmetrie eines Zahnes mit seiner Stellung im Gebiss zusammenhängen. Die mattere Basis setzt sich scharf von der glänzenden schwarzen Krone ab. Sie ist ein wenig komprimiert, auf einem Schnitt beinahe viereckig mit einer seichten medianen Längsfurche auf der Lingualseite.

Textfig. 25. *Sargodon tomicus* Plieninger. Rhät, Württemberg. Naturalienkabinett, Stuttgart. Pflasterzahn, abgekaut. Vergr. ca. 10 : 1.

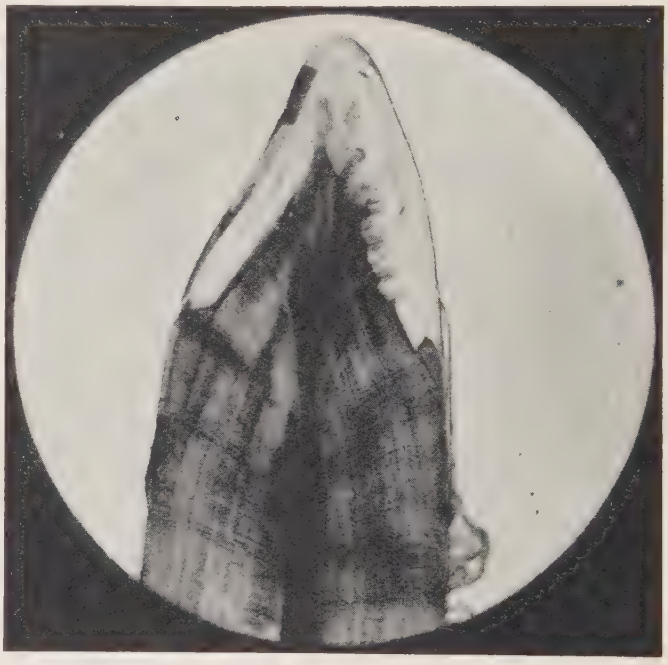
Die Schneidezähne aus Niederschöntal (Basel) haben eine durchschnittliche Breite von 3 mm, ihre durchschnittliche Höhe beträgt 6 mm. Bei den meisten Zähnen ist die Basis abgebrochen.

Die Pflasterzähne sind von mehr oder weniger ovalem Umriss, der intakte kleine Zahn ist kugeliger, der grosse Zahn flacher gewölbt (vergl. Textfig. 25). Durch das Kauen wird der Zahn angeschliffen, die Abkauung kann an verschiedenen Stellen beginnen. Einzelne stark angekaute Zähne sind an der Oberfläche beinahe plan geschliffen. Ganz wie bei den Schneidezähnen tritt wieder die durch Eröffnung der Zahnbeinröhrchen bedingte Punktierung auf.

Histologische Befunde.

Nach B. Peyer (1919) setzten sich die Zähne von *Sargodon tomicus* Plien. aus drei verschiedenen Schichten zusammen: Aus dem Schmelz, einer äusseren, stark modifizierten Dentinschicht und einer inneren, beziehungsweise basalen Dentinschicht. Aus seiner histologischen Beschreibung seien folgende auf das Schliffbild eines Pflasterzahnes (vergl. auch Textfig. 27) sich beziehende Stellen wiedergegeben (1929, pag. 303 ff.): „Der Schmelz bedeckt bei weitem nicht die ganze Kaufläche, sondern liegt nur als schmaler Saum dem unteren Rande des halbkugelförmigen Zahnes auf. Er ist scharf von dem unterliegenden Dentin abgesetzt, von welchem er sich durch stärkere Doppelbrechung unterscheidet. Bei stark abgekauten Zähnen ist die Schmelzschicht nicht mehr nachzuweisen. Weitaus der grösste Teil der Kaufläche wird von einer ziemlich stark doppelbrechenden Dentinschicht gebildet, deren Struktur ungemein charakteristisch ist und es ermöglicht, die nur nach

der äusseren Form nicht näher bestimmbare Pflasterzähne mit Sicherheit zu den Schneidezähnen von *Sargodon tomicus* zu stellen. Während nämlich bei *Lepidotus* in der entsprechenden Schicht die Dentinröhrchen gleichmässig verteilt sind, sind sie bei *Sargodon* ausgesprochen in einzelne Bündel konzentriert ..... Wenn R. Owen (1840—1845, S. 70) das Schliffbild der Dentinröhrchen von Lepidotus mit einem von schwerem Regen niedergeschlagenen Kornfeld vergleicht, so lässt sich die Anordnung der Dentinröhrchen von *Sargodon tomicus* innerhalb der äusseren Dentinschicht am ehesten mit dem Bilde von Pappel- oder Weidenstrünken vergleichen, aus denen die Ruten sprossen ..... Unter dieser modifizierten Dentinschicht folgt eine Schicht von normalerem Dentin, welche im Schliffbilde durch die konzentrisch nach der Zahnbasis verlaufenden Dentinröhrchen ein radial strahliges Aussehen gewinnt." (Vergl. Textfig. 26, 28 und Taf. 64, Fig. 1.)



Textfig. 26. *Sargodon tomicus* Plieninger. Rhät, Niederschöntal bei Basel. Naturhistorisches Museum Basel. Sagittalschliff durch einen Schneidezahn. Wachstumszonen im Orthodentin gut sichtbar. Vergr. 30 : 1.

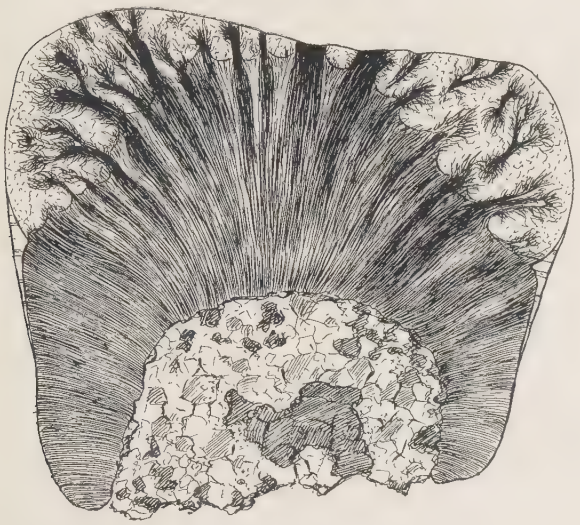
Das histologische Bild eines Schliffes durch einen Schneidezahn ist durchaus dasselbe wie bei einem Pflasterzahn. Die Beobachtung von B. Peyer (1919), dass auf der konkaven (lingualen) Seite viel weniger Dentinröhrchenbündel getroffen werden als auf der konvexen (labialen) Seite, kann ich bestätigen.

J. J. Thomasset (1930), der die Struktur des Sargodonzahnes eingehend studiert hat, ist die Arbeit von B. Peyer (1919) entgangen. Seine Arbeit enthält eine ganze Reihe von Abbildungen, die die tatsächlichen Verhältnisse in zutreffender Weise wiedergeben. Dagegen ist seine Auffassung der drei charakteristischen Schichten eine von B. Peyer abweichende. Die von B. Peyer und mir als einzige Schmelzschicht des Zahnes aufgefasste Schicht, bezeichnet er als émail du collet, ein rätselhaftes Gewebe von unzweifelhaftem Schmelzcharakter, welches, das Dentin und das émail tubulaire bedeckend, die Position eines Zementes einnehme. Das modifizierte Dentin hält er für eine Schmelzschicht, émail tubulaire. Bei dieser Auffassung ergibt sich ein überaus komplizierter Verlauf der Dentin-Schmelzgrenze; J. J. Thomasset sucht diese Komplikation durch die Annahme verständlich zu machen, das Dentin sei vor der Verhärtung des Schmelzes im Gebiet der Digitationen zentrifugalwärts ausgesprosst. Diese Annahme halte ich mit B. Peyer für unwahrscheinlich, die Auffassung des émail tubulaire als einer vitrodentinartigen Bildung scheint mir die einfachere Lösung zu sein. Zudem ist die sehr unwahrscheinliche Superposition zweier Schmelze von sichtlich verschiedenem Charakter ein weiterer Punkt, der gegen die Hypothese von J. J. Thomasset spricht.

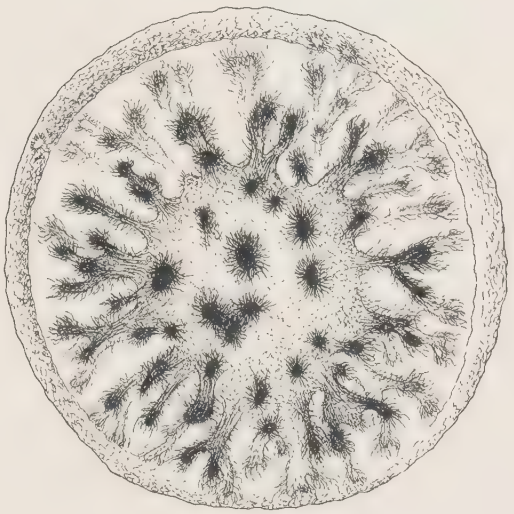
J. J. Thomasset hat in zutreffender Weise darauf hingewiesen, dass ausser den drei verschiedenen Schichten, nach seiner Auffassung émail du collet, émail tubulaire und Dentin, nach meiner Ansicht Schmelz, modifiziertes Dentin und Dentin, noch ein viertes Gewebe am Aufbau des Zahnes beteiligt ist. Auf einer Fig. 37 bezeichnet er ein Hartgewebe in der Pulpa als dentine secondaire.

Die Pulpahöhle ist erfüllt von einem Gewebe mit starken Längskanälen von wechselnder Weite, die durch Querkanäle miteinander in Verbindung treten. Von diesen Kanälen gehen zahllose feine verzweigte Dentinkanälchen ab; sie bilden ein wirres Geäst, im Gegensatz zu den parallel verlaufenden Zahnbeinröhrchen im eigentlichen Dentin. Auf einem Horizontalschiff kann man besonders gut erkennen, wie das Gewebe von vielen Knochenkörperchen durchsetzt ist. Es ist nicht gerechtfertigt, dieses Grundgewebe als sekundäres Dentin zu bezeichnen; es ist ein Osteo-Trabekular-Dentin (vergl. Taf. 64, Fig. 2 und 3).

Bei allen Abkaustadien, auch bei stark abgekauten Zähnen, habe ich basalen Schmelz nachweisen können.



Textfig. 27. *Sargodon tomicus* Plieninger. Rhät, Württemberg. Naturalienkabinett, Stuttgart. Vertikalschliff durch einen stark abgekauten Pflasterzahn. Vergr. ca. 20 : 1.



Textfig. 28. *Sargodon tomicus* Plieninger. Rhät, Württemberg. Naturalienkabinett, Stuttgart. Horizontalschliff durch die Krone eines Pflasterzahnes. Vergr. ca. 20 : 1.

13. Pachycormus bollensis (Quenstedt).

A. S. Woodward (1895) führt diese Art unter dem Namen *Pachycormus esocinus* Ag. in seinem Catalogue auf. F. A. Quenstedt hat *P. bollensis* (Quenstedt) allgemein beschrieben und ein Kieferstück mit Zähnen abgebildet (Tab. 32, Fig. 6). Später hat er in seiner Petrefaktenkunde (1867) auf Tab. 20, Fig. 16, Zähne der Kieferspitze abgebildet, bei denen die starke Längsstreifung des Zahnsockels auffällt. Mein Zahnmaterial stammt aus dem Lias ε II 4 von Holzmaden. Ich habe im ganzen 13 Schliffe, 3 transversale und 10 vertikale angefertigt.

Histologische Befunde.

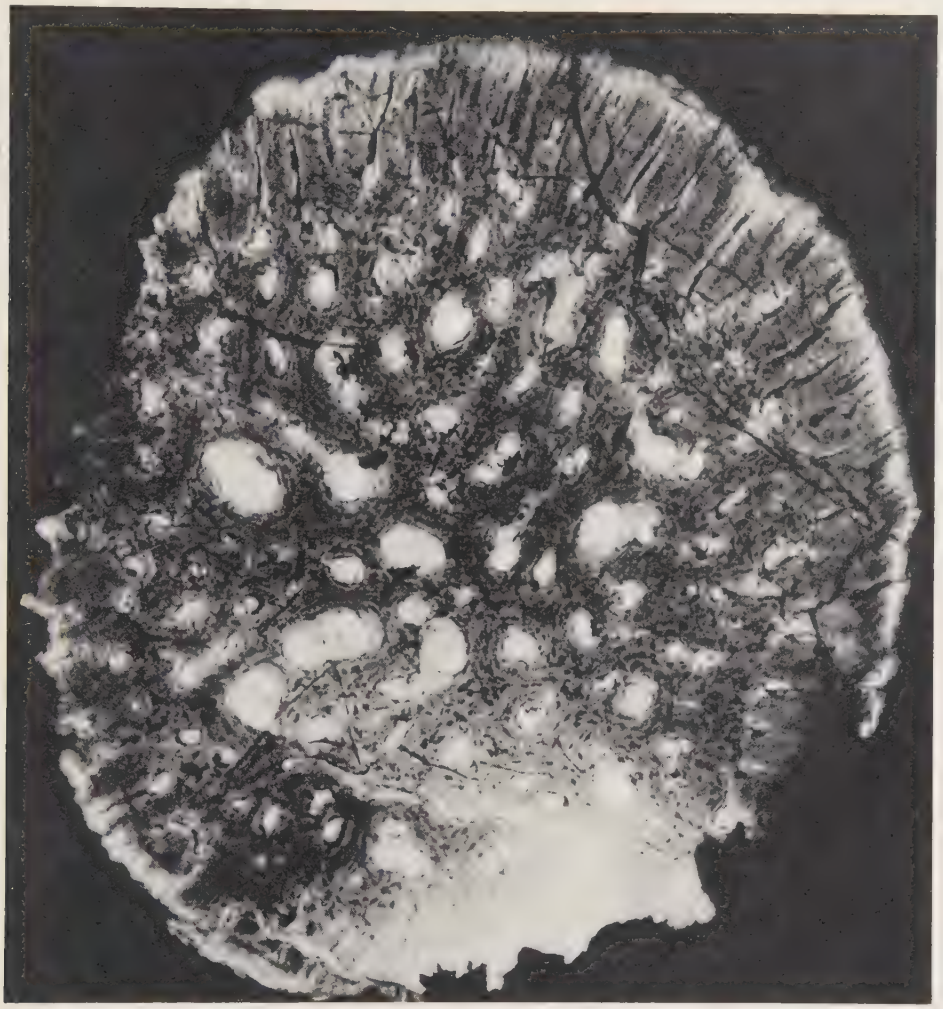
Die hechelförmigen Zähne sind aus folgenden Hartgeweben aufgebaut (vergl. Textfig. 29). Die Pulpahöhle ist erfüllt von echtem Knochen, darüber findet sich ein Dentinmantel, der unter dem Polarisationsmikroskop Doppelbrechung zeigt. Die Spitze des Zahnes ist von Spuren einer dünnen, stark doppelbrechenden Schmelzschicht bedeckt. Wie weit diese Schicht basalwärts reicht, habe

ich nicht beobachten können. Das interessanteste Hartgewebe ist die Ausfüllung der Pulpahöhle. Das Innere des Zahnes ist von Längskanälen durchzogen, die durch kurze Queräste miteinander in Verbindung stehen. Diese maschige Struktur erinnert stark an die Substantia spongiosa. Die Grund-

Textfig. 29. *Pachycormus bollensis* (Quenstedt). Lias ε II 4, Holzmaden. Zoologisches Museum der Universität Zürich. Vertikalschliff durch einen Zahn und den unterliegenden Kieferknochen. Vergr. ca. 28 : 1.

substanz ist durchsetzt von zahlreichen Knochenhöhlen (Knochenkörperchen). Zahnbeinröhrchen habe ich auch bei Anwendung starker Vergrösserung nicht beobachtet. Die Pulpa wird also ausgefüllt von einem richtigen Knochenzapfen; die Struktur seiner Basis kann am besten in einem Horizontalschliff erfasst werden (vergl. Textfig. 30). Unter dem Dentinmantel finden sich radiär gestellte Palisaden, deren Länge stark variiert; sie ist an der Basis des Zahnes grösser als weiter oben. Auffällig ist die grosse Armut an Knochenkörperchen dieser vertikalen Falten. Gegen das Zentrum hin beobachtet man den echten Knochen, der reichlich von Kanälen mit rundem Querschnitt durchsetzt ist. Das Lumen dieser Kanäle nimmt gegen das Innere an Grösse zu.

Der Dentinmantel umgibt den Knochenkern in gleichmässiger Dicke. Doppelbrechung zeigt nur eine Kappe, die ungefähr auf die halbe Höhe des Zahnes hinunterreicht. Das Dentin besitzt Anwachsstreifen, die parallel zur Oberfläche des Zahnes verlaufen. Dentinkanälchen konnte ich auf einzelnen Schliffen an der Spitze des Zahnes beobachten, wie sie von der Spongiosa ausstrahlen.



Textfig. 30. *Pachycormus bollensis* (QUENSTEDT). Lias ε II 4, Holzmaden. Zoologisches Museum der Universität Zürich. Horizontalschliff durch einen Zahn nahe seiner Basis. Vergr. ca. 85 : 1.

Ob Verästelungen der Zahnbeinröhrchen vorkommen, wage ich auf Grund des geringen Untersuchungsmateriales nicht zu entscheiden. An einem Vertikalschliff konnte ich beobachten, wie ein zentraler Kanal von der Spongiosa aus das Dentin der Zahnspitze durchsetzt, wobei sein Durchmesser immer geringer wird.

14. Colobodus-ähnliche Reste, die nicht zu Colobodus gehören.

Im Anschluss an meine Untersuchungen am Colobodusgebiss hatte ich Gelegenheit, zwei *Colobodus*-ähnliche Funde aus dem Muschelkalk von Halle a/S. histologisch zu untersuchen. Bei dem einen Fundstück, das als Fundortsbezeichnung „Cem. Fabr. b/Halle a/S." trägt, handelt es sich um ein im Umriss ungefähr ovales, gewölbtes Problematicum (vergl. Textfig. 31). Seine Oberfläche ist bedeckt von wohlabgegrenzten Granulationen, die in Reihen angeordnet sind. Auf einer Seite werden sie immer kleiner und lösen sich zuletzt in eine Oberflächenskulptur mit gewundenen Wülsten auf, wie sie an Fischknochen häufig anzutreffen ist. Die grössten dieser Granulationen von elliptischem Umriss haben einen grossen Durchmesser von ca. 3 mm und einen kleinen Durchmesser von 1,5 mm. Bei den kleineren geht der Umriss in eine mehr kreisförmige Gestalt über. Die Oberfläche jedes warzenähnlichen Körpers ist wieder gerunzelt. In jede ist ein je nach dem Umriss bald länglicher, bald rundlicher Körper eingesenkt, der sich durch seine dunklere Färbung von der Umgebung gut abhebt. Es ist wahrscheinlich, dass dieser Kern in unabgenütztem Zustande eine Schneide oder Spitze besass. Aus diesem Fossilrest habe ich einzelne Probestücke sorgfältig herauspräpariert und 8 Vertikalschliffe hergestellt (vergl. Taf. 65, Fig. 6). Es zeigte sich, dass er aus Knochen besteht. Von einer Zahnstruktur konnte nichts nachgewiesen werden. Die Unterlage besteht aus gelblich gefärbtem Knochen, der von grossen Kanälen durchzogen ist; das Grundgewebe ist erfüllt von vielen Knochenhöhlen. Dieser knöchernen Unterlage sitzt eine glasartig durchsichtige, offenbar stärker mineralisierte Lage von Knochen auf. Form und Anordnung der Knochenhöhlen entsprechen der Modifikation des Knochengewebes, die als Isopedin bezeichnet wird, d. h. die langgestreckten, in zahlreichen Lagen angeordneten spindelförmigen Knochenhöhlen liegen parallel zur Oberfläche, während die von der Knochenhöhle abgehenden feinen Kanälchen ungefähr senkrecht zur Knochenoberfläche verlaufen. Einzelne Kanäle der Unterlage dringen in die helle Oberflächenschicht ein, ihre Zahl ist aber relativ gering. Die Oberfläche ist gewellt; dabei ist die Stärke der isopedinartigen Schicht durchgehends mehr oder weniger gleich gross; die Erhöhungen kommen dadurch zustande, dass die Schicht von normalem Knochen, welche die Unterlage darstellt, Erhebungen bildet. Diese Erhebungen werden von der Isopedinschicht nicht vollständig überdeckt, sondern im Zentrum jeder Erhebung tritt die Unterlage von normalem Knochen frei zutage, wahrscheinlich erst durch Ab-

Textfig. 31. Skulptierter Knochen eines Ganoiden. Muschelkalk, Zementfabrik bei Halle a/S. Geologisches Institut der Universität Halle a/S. Die Tuberkel besitzen äusserlich Ähnlichkeit mit Pflasterzähnen von *Colobodus*, bestehen aber aus Knochen. Siehe das Schliffbild Taf. 65, Fig. 6. Vergr. ca. 2 : 1.

rollung des Knochens vor der Einbettung. Es sind diese Stellen, die bei makroskopischer Betrachtung eine gewisse Ähnlichkeit mit den Warzen von *Colobodus* vortäuschen. Die Frage zu prüfen, ob es sich hier um Schuppen handelt, möchte ich, da sie über den Rahmen meiner Aufgabe hinausgeht, nicht weiter verfolgen. Es sei lediglich darauf hingewiesen, dass E. S. Goodrich (1907) auf Pl. XLVI, Fig. 18 seiner Arbeit über Fischschuppen einen Schnitt durch einen kranialen Hautknochen von *Amia* abbildet, der mit meinem Präparat eine grosse Ähnlichkeit hat.

Das zweite Problematicum ist zum grössten Teil nur als Abdruck erhalten. Ein Gipsabguss zeigt folgendes Bild. Auf einer gewölbten Unterlage sitzen eine Reihe ungefähr gleich grosser warzenähnlichen Körper, die unregelmässig verteilt sind, eine reihenweise Anordnung kann man nicht feststellen. Die Unterlage dazwischen ist fein granuliert. Es gelang mir im Negativ einige Zähne, die abgebrochen sind, festzustellen. Einen Zahn präparierte ich heraus und stellte seinen Vertikalschliff her. Der etwas gebogene, spitz konische Zahn zeigt im Dünnschliff einen Aufbau, der gegen die Zugehörigkeit zu *Colobodus* spricht. Er besitzt eine lange, schmale Pulpahöhle. Das Dentin ist mächtig entwickelt und zeigt deutliche Anwachsstreifen. Von der Pulpa her dringen zahlreiche Dentinkanäle ins Innere des Zahnbeins; sie sind verzweigt. Schmelz habe ich auf diesem Schliff keinen beobachtet. Der Zahn ist in echten Knochen eingesenkt. Der beschriebene Fund trägt die Ortsbezeichnung Freiburg a/U.; er stammt jedenfalls aus dem dortigen Muschelkalk.

15. Der histologische Charakter der beschriebenen Hartgebilde.

Unter den in der vorliegenden Arbeit behandelten Fragen steht im Vordergrunde des Interesses die Frage nach dem histologischen Charakter der stark mineralisierten, glänzenden Schicht, die bei *Birgeria*, *Colobodus*, *Lepidotus*, *Dapedius*, Pyknodonten, *Sargodon* und anderen Formen die Region der Zahnspitze oder bei Pflasterzähnen ein mehr oder weniger ausgedehntes Areal der Kalotte einnimmt.

Sie unterscheidet sich vom zweifellosen Schmelz, den wir seiner Lage nach bei *Birgeria*, *Lepidotus*, *Dapedius*, Pyknodonten und *Sargodon* als basalen Schmelz oder echten Schmelz bezeichnet haben, dadurch, dass die Zahnbeinröhren in reicher Menge und ohne beim Übertritt nennenswerte Verringerung des Durchmessers zu erfahren, in die glänzende Kappe eindringen, während dies beim basalen Schmelz nicht der Fall ist. Wenigstens bei mittleren Vergrösserungen, wie sie für die vorliegende Untersuchung zur Anwendung gelangten, lässt sich ein Eindringen von Dentinröhrchen in den Basalschmelz nicht nachweisen. Es ist nicht ausgeschlossen, dass bei der Anwendung von stärkeren Vergrösserungen eventuell doch feinste Zahnbeinröhrchen im Schmelz nachgewiesen werden könnten.

Wenn die obere Kappe eine grosse Ausdehnung besitzt, so scheint sie ohne weiteres der äussersten Zahnschicht zu entsprechen. Schon B. Peyer (1919) hat aber darauf hingewiesen, dass an Schneidezähnen von *Sargodon tomicus* Plien. die obere Kappe in bedeutender Ausdehnung vom echten Schmelz überlagert wird. (Siehe B. Peyer, 1937, pag. 20, Abb. 28.) Auch bei spitzen Zähnen von *Lepidotus* (siehe diese Arbeit Taf. 65, Fig. 2, 3 und 5) ist deutlich ersichtlich, wie die obere Kappe seitlich vom echten Schmelz umfasst wird. Bei *Birgeria* wird die obere Kappe an ihrer Basis zwar nur auf eine kleine Strecke, aber ganz unzweifelhaft vom echten Schmelz lateral umfasst. Diese beiden Gründe, die topographische Lage und das massenweise Vorhandensein von Dentinkanälchen in der

oberen Kappe sprechen mit aller Entschiedenheit dafür, dass diese Bildung nicht als ein ectodermales Produkt, nicht als Schmelz, sondern als ein besonders stark mineralisiertes Dentin anzusprechen ist.

O. Jaekel's (1906) Vorstellung, dass bei *Lepidotus* die Mineralisierung von aussen her durch Tätigkeit der Ameloblasten bewirkt worden sei (Tecodentin Jaekel), wurde von B. Peyer (1919) für *Sargodon* unter dem Hinweis darauf abgelehnt, dass bei dieser Gattung das „Tecodentin" auf grosse Strecken von echtem Schmelz bedeckt ist. (Vergl. hiezu die Ausführungen von B. Peyer 1937, pag. 20 ff.) O. Jaekel hat aber unstreitbar das grosse Verdienst, als erster auf das Vorhandensein von drei verschiedenen Hartgeweben bei *Lepidotus* und bei *Colobodus* hingewiesen zu haben.

Die Vorstellung, dass das Hartgewebe der oberen Kappe kein Schmelz sein kann, findet eine weitere Stütze in dem komplizierten Verlauf der Grenze zwischen der Basis der oberen Kappe und dem Dentin. Würde das Gewebe der oberen Kappe als Schmelz aufgefasst, so ergäbe sich daraus ein überaus komplizierter Verlauf der Grenze zwischen Ectoderm und Mesoderm, wie er wohl in der ganzen Vertebratenreihe sonst nirgends vorkommt. Die Vorstellungen von J. J. Thomasset (1930), der diesen komplizierten Grenzverlauf durch Aussprossen des mesodermalen Dentins ins ectodermale Schmelzgebiet zu erklären versucht, erscheinen mir durchaus unhaltbar. (Vergl. hiezu B. Peyer, 1937, pag. 21.)

Von besonderem Interesse ist die wechselnde Ausdehnung der oberen Kappe bei den verschiedenen Zähnen des Colobodusgebisses. Bei den spitz kegelförmigen Zähnen entspricht die Ausdehnung der oberen Kappe durchaus derjenigen bei spitzen Zähnen von *Lepidotus* und *Dapedius;* bei den halbkugeligen Pflasterzähnen dagegen ist die Ausdehnung der oberen Kappe auf einen kleinen kreisrunden Fleck in der Mitte der Zahnoberfläche beschränkt. Bei halbkugeligen Zähnen von *Lepidotus* nimmt die Region der oberen Kappe praktisch die ganze Zahnoberfläche ein; der echte Schmelz ist an die Zahnbasis verwiesen, wo er, wie oben ausgeführt, die obere Kappe von aussen umfasst. Die topographischen Beziehungen sind dieselben; verschieden ist nur der Grad der Ausdehnung der oberen Kappe, der sich namentlich bei Betrachtung der kegelförmigen und halbkugeligen Zähnen einer und derselben Art sehr schön verfolgen lässt. Damit ist eine der Hauptaufgaben meiner Arbeit, die Feststellung der Natur der Warze des echten Coloboduszahnes, gelöst. Den Zusammenhang der Warze des Coloboduszahnes mit dem „Tecodentin" des Lepidotuszahnes, nach unserer Ausdrucksweise mit der oberen Kappe, hat schon O. Jaekel (1906) richtig vermutet.

Die aus dem obersten Muschelkalk von Crailsheim beschriebenen *Colobodus*-ähnlichen Zähne verhalten sich hinsichtlich der Ausdehnung der oberen Kappe wie *Lepidotus*. Dass basaler Schmelz bei diesen Zähnen nicht nachgewiesen werden konnte, dürfte an der Art der Erhaltung liegen.

Von allgemeinem Interesse dürften die Beziehungen der Pulpahöhle und des Zahnes zur knöchernen Unterlage bei *Sargodon* und bei *Pachycormus* sein. Bei *Pachycormus* wird ein konischer Raum unterhalb der kleinen offenen Pulpa von einem kegelförmigen Zapfen aus richtigem Knochen ausgefüllt. Ähnliche Verhältnisse liegen bei ganz anderen Fischzähnen, z. B. bei dem Labriden *Tautoga* (vergl. J. H. Mummery, 1919, pag. 459, Fig. 263) vor. Doch handelt es sich bei dieser Form um einen der hochspezialisierten Teleosteer, die keinen richtigen Knochen, sondern osteoides Gewebe im Sinne von A. Kölliker besitzen. Bei *Pachycormus* dagegen liegt echter Knochen mit prachtvollen Knochenkörperchen vor. Der Aufbau der Spongiosa des genannten Knochenzapfens ist sichtlich der mechanischen Aufgabe dieser Bildung angepasst. Der genannte Knochenzapfen in der Pulpa von *Pachycormus* wird randlich von radial gestellten Lamellen eines Zahnbeines umgeben, das in der Nachbarschaft des Knochenzapfens spärliche Knochenhöhlen (Knochenkörperchen) aufweist.

Bei *Sargodon tomicus* Plien. umschliesst ein Mantel von Orthodentin einen Kern eines allseitig wachsenden, ebenfalls Knochenkörperchen enthaltenden Zahnbeines, das demnach als ein Osteo-Trabekular-Dentin bezeichnet werden muss. Ein freies Lumen zeigt die Pulpa nur im basalsten Teile. Der genannte innere Dentinkern des Sargodonzahnes bietet deswegen ein räumlich ungemein kompliziertes Bild, weil sich in ihm vom freien Lumen der Basis aus röhrenförmige Fortsätze nach oben ziehen, die offensichtlich zu den Bündeln von kräftigeren Dentinröhrchen hinführen, welche als fingerförmige Fortsätze in die obere Kappe eindringen.

16. Zusammenfassung der Ergebnisse.

An der vorliegenden Arbeit werden an Hand von zahlreichen Dünnschliffen die Zähne der Gattungen *Birgeria*, *Saurichthys*, *Colobodus*, *Paralepidotus*, *Lepidotus*, *Dapedius*, *Pycnodus*, *Sargodon* und *Pachycormus* behandelt. Die Zusammensetzung des Colobodusgebisses wird unter Zuhilfenahme zahlreicher Röntgenaufnahmen und unter Nachpräparierung des von E. Stolley (1920, Taf. XI, Fig. 2) abgebildeten Fundes rekonstruiert.

Hauptsächlichste histologische Resultate:

1) Die von allen früheren Autoren mit Ausnahme von O. Jaekel (1906) und B. Peyer (1919) als Schmelz aufgefasste Kappe der Zähne von *Birgeria*, *Saurichthys*, *Lepidotus*, *Dapedius*, *Pycnodus*, *Sargodon* und *Pachycormus*, ist als ein modifiziertes Dentin aufzufassen.
2) Die Warze des echten Colobodusзahnes entspricht der genannten Kappe der obenerwähnten Zähne.
3) Unter den Colobodusзähnen des Grenz-Bonebeds von Crailsheim finden sich zahlreiche Formen ohne Warze. Diese gehören nicht zu *Colobodus*, sondern zu *Paralepidotus* oder einer nahe stehenden Form.
4) Die Warze des echten *Colobodus* braucht nicht immer äusserlich in Erscheinung zu treten. Sie kann durch Usur verschwunden sein oder schon bei der Anlage sich nicht über das übrige Zahnniveau erhoben haben. Zum Nachweis ist das Schliffbild in vielen Fällen unerlässlich.
5) Der echte Schmelz ist bei *Birgeria*, *Saurichthys*, *Colobodus*, *Lepidotus*, *Dapedius*, *Pycnodus* und *Sargodon* auf das basale Zahngebiet beschränkt. Er umfasst die obere Kappe in der Regel auf eine geringe Strecke von aussen.
6) *Pachycormus* ist dadurch ausgezeichnet, dass der Hauptteil der Pulpahöhle von einem Knochenzapfen von richtigem Knochengewebe erfüllt wird. Randlich wird die Spongiosa dieses Knochenzapfens von radiär gestellten Lamellen von Osteodentin umgeben.
7) Bei *Sargodon tomicus* Plien. umgibt ein Mantel von Orthodentin einen Kern von Osteo-Trabekular-Dentin.
8) Anhangsweise wurden zwei *Colobodus*-ähnliche Funde aus dem Muschelkalk von Halle a/S. untersucht. Bei den einen von ihnen handelt es sich um einen granulierten Knochen, dessen einzelne Tuberkel Pflasterzähne von *Colobodus* vortäuschen, bei dem anderen um einen zahntragenden Knochen, dessen Zähne jedoch nicht der Gattung *Colobodus* angehören.

17. Verzeichnis der zitierten Literatur.

Agassiz, L. Recherches sur les Poissons fossiles. Neuchâtel 1833—1843.

— Allgemeine Bemerkungen über fossile Fische. N. Jahrbuch f. Mineralogie etc., 1834.

Alberti, F. v. Überblick über die Trias. Stuttgart 1864.

Aldinger, H. Über Reste von Birgeria (Pisces, Palaeoniscidae) aus der alpinen Trias. N. Jahrbuch f. Mineralogie etc. Beil.-Bd. 66, Abt. B, 1931.

Alessandri, G. De. Studii sui pesci triasici della Lombardia. Soc. Ital. Sci. Nat. Mus. Civ. Stor. Nat. Milano. Mem. Vol. VII. Fasc. 1. Pavia 1910.

Allis, P. E. The Cranial Muscles and Cranial and First Spinal Nerves in Amia Calva. Journ. of Morphology. Vol. XII, 1897.

Bronn, H. G. Beiträge zur triassischen Fauna und Flora der bituminösen Schiefer von Raibl in Kärnten. N. Jahrbuch f. Mineralogie etc., 1858.

Burckhardt, R. Die Entwicklungsgeschichte der Verknöcherungen des Integuments und der Mundhöhle der Wirbeltiere. 1902. Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Herausgegeben von O. Hertwig. 2. Band, 1. Teil, Jena 1906.

Dames, W. Die Ganoiden des deutschen Muschelkalk. Palaeontol. Abh. IV. Band, 1888.

Deecke, W. Über Fische aus verschiedenen Horizonten der Trias. Palaeontographica. Bd. XXXV, 1889.

Ebner, V. v. Histologie der Zähne mit Einschluss der Histogenese. In: Handbuch der Zahnheilkunde. Bd. I. Wien 1902.

Frauenfelder, A. Beiträge zur Geologie der Tessiner Kalkalpen. Eclog. geol. Helv. Vol. XIV, Heft 2. 1916.

Goodrich, E. S. On the Scales of Fish, Living and Extinct, and their importance in Classification. Proc. Zool. Soc. London 1907.

— Vertebrata craniata (First Fascicle: Cyclostomes and Fishes). In: A Treatise on Zoology, Part IX, edited by R. Lankester. London 1909.

Hennig, E. Gyrodus und die Organisation der Pyknodonten. Palaeontographica. 53. Band, 1906.

Hertwig, O. Über Bau und Entwicklung der Placoidschuppen. Jen. Zschr. Natwiss. VIII. Band, 1874.

Holmgren, N. und Stensiö, E. B. Kranium und Visceralskelett der Akranier, Cyclostomen und Fische. In: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, IV. Band, herausgegeben von L. Bolk, E. Göppert, E. Kallius und W. Lubosch. Berlin und Wien 1936.

Jaekel, O. Die Selachier aus dem oberen Muschelkalk Lothringens. Abh. geol. Specialkarte Elsass-Lothringen, III. Band, IV. Teil. 1889.

— Über mikroskopische Untersuchungen im Gebiete der Paläontologie. N. Jahrbuch f. Mineralogie etc. 1891.

— Siehe E. Hennig (1906).

Koelliker, A. Über die verschiedenen Typen in der mikroskopischen Struktur des Skeletts der Knochenfische. Verhandl. d. Phys. med. Ges. in Würzburg. Bd. 9, 1859.

— Handbuch der Gewebelehre. Leipzig 1884.

Marcus, H. Zur Phylogenie der Schmelzprismen (Zahnstudie V). Zschr. Zellforschung u. mikr. Anat. 12. Band. 1931. Abt. B d. Zschr. wiss. Biol.

Meyer, H. v. Fossile Fische aus dem Muschelkalk von Jena, Querfurt und Esperstädt. Palaeontographica. 1. Band, 1851.

Meyer, W. Die Anfertigung histologischer Schliffe. Vierteljahresschr. f. Zahnheilkunde. 41. Jahrg. 1925.

Mummery, J. H. Some Points in the Structure and Development of Dentine. Phil. Trans. Roy. Soc. London. Vol. CLXXXII, Ser. B. 1892.

— The Microscopie and General Anatomy of the Teeth. Second Edition. Oxford Medical Publication. Oxford 1924.

Oertle, G. F. Das Vorkommen von Fischen in der Trias Württembergs. N. Jahrbuch f. Mineralogie etc. Beilage-Band LX. Abt. B. 1928.

Owen, R. Odontography. London 1840—1845.

Peyer, B. Siehe Stromer, E. und Peyer, B. (1917).

— Siehe Schalch, F. und Peyer, B. (1919).

— Die Triasfauna der Tessiner Kalkalpen. I. Einleitung. Abh. d. Schweiz. Palaeontolog. Ges. Band L. 1931.

— Zähne und Gebiss. Handbuch der vergleichenden Anatomie, III. Band, herausgegeben von L. Bolk, E. Göppert, E. Kallius und W. Lubosch. Berlin und Wien 1937.

Plieninger, Th. in H. v. Meyer und Th. Plieninger, Beiträge zur Paläontologie Württembergs. Stuttgart 1844.

— Zähne aus der oberen Grenzbreccie des Keupers bei Degerloch und Steinenbronn. Württemb. Jahreshefte, III. Jahrgang. Stuttgart 1847.

Priem, F. Etude des Poissons fossiles du Bassin Parisien. Public. des Annales de Paléontol. Paris 1908.

Quenstedt, F. A. Der Jura. Tübingen 1858.

— Handbuch der Petrefaktenkunde. 2. Aufl. Tübingen 1867.

Röse, C. Über Zahnbau und Zahnwechsel der Dipnoer. Anat. Anz. VII. Band, 1892.

— Das Zahnsystem der Wirbeltiere. Anat. Hefte. Bd. IV. 1896.

— Über die verschiedenen Abänderungen der Hartgewebe bei niederen Wirbeltieren. Anat. Anz. XIV. Band, 1898.

Schalch, F. und Peyer, B. VIII. Über ein neues Rhätvorkommen im Keuper des Donau-Rheinzuges. Mittlgn. d. Bad. geol. Landesanstalt. VIII. Band, 2. Heft. 1919.

Schmidt, M. Die Lebewelt unserer Trias. Oehringen 1928.

Stensiö, A: Son, E. Einige Bemerkungen über die systematische Stellung von Saurichthys mougeoti Agassiz. Senckenbergiana Bd. I. No. 6. 1919.

— Triassic Fishes from Spitzbergen. Part I. Vienna 1921.

— Triassic Fishes from Spitzbergen. Part II. K. Vet. Akad. Handl., ser. 3, Vol. 2. Stockholm 1925.

— Triassic Fishes from East Greenland. Meddelser om Grønland. Bd. 83. Nr. 3. København 1932.

— Siehe Holmgren, N. und Stensiö, E. (1936).

Stöhr, Ph. Lehrbuch der Histologie. 23. Aufl. von W. v. Möllendorff. Jena 1933.

Stolley, E. Beiträge zur Kenntnis der Ganoiden des deutschen Muschelkalks. Palaeontographica, 63. Band, 1920.

Stromer, E. und Peyer, B. Über rezente und triassische Gebisse von Ceratodontidae. Zschr. d. deutsch. geolog. Ges., Bd. 69. 1917.

Terra, P. de. Vergleichende Anatomie des menschlichen Gebisses und der Zähne der Vertebraten. Jena 1911.

Thomasset, J. J. Recherches sur les Tissus dentaires des Poissons fossiles. Arch. d'Anatomie, d'Histologie et d'Embryologie. Tome XI. 1930.

Tomes, Ch. S. A Manual of Dental Anatomy Human and Comparative. 8th edition. London 1923.

Treuenfels, P. Die Zähne von Myliobatis aquila. Inaug.-Diss. Basel 1896.

Waldeyer, W. Bau und Entwicklung der Zähne. In Stricker's Hdb. d. Gewebelehre. Leipzig 1871.

Weidenreich, F. Über den Bau und die Entwicklung des Zahnbeins in der Reihe der Wirbeltiere. Zschr. f. Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Band 76. 1925.

— Über den Schmelz der Wirbeltiere und seine Beziehungen zum Zahnbein. Zschr. f. Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Band 79. 1926.

Weitzel, K. Drei Riesenfische aus den Solnhofener Schiefern von Langenaltheim. Abh. Senckenberg. Naturf. Ges. Band 42, Lief. 2. 1930.

Woodward, A. S. Catalogue of the Fossil Fishes. Part III. London 1895.

Zittel, K. A. v. Text-book of Palaeontology. Vol. II, second English edition revised, with Additions by A. S. Woodward. London 1932.

Nachtrag während des Druckes:

Boni, A. Vertebrati retici italiani. R. Accad. Naz. dei Lincei 1937, Serie VI, Vol. VI, Fasc. X. Roma 1937.

Manuskript eingegangen den 4. Oktober 1937.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Vorwort 1

1. Einleitung (von B. Peyer) 2

2. Aufzählung des untersuchten Materiales 3

3. Bemerkungen zur Untersuchungstechnik 4

a) Technik der Herstellung von Dünnschliffen 4

b) Polarisationsmikroskop 5

c) Röntgen 5

d) Zeichnungen und Mikrophotographien 5

4. Definitionen der in dieser Untersuchung erwähnten Hartsubstanzen 5

5. Birgeria mougeoti (Agassiz) 6

6. Saurichthys (Belonorhynchus) 10

7. Colobodus 11

8. Paralepidotus 24

9. Lepidotus elvensis (Blainville) 27

10. Dapedius punctatus (Agassiz) 28

11. Pyknodonten 29

12. Sargodon tomicus Plieninger 29

13. Pachycormus bollensis (Quenstedt) 33

14. Colobodus-ähnliche Reste, die nicht zu Colobodus gehören 36

15. Der histologische Charakter der beschriebenen Hartgebilde 37

16. Zusammenfassung der Ergebnisse 39

17. Verzeichnis der zitierten Literatur 40

Curriculum vitae.

Am 13. Juli 1909 wurde ich, Sigmund Egil Guttormsen, in Kongsberg, Norwegen, als Sohn des Albert Guttormsen und der Janna, geborenen Forberg, geboren. Ich besuchte in Kongsberg die Primarschule und das dortige Gymnasium, wo ich im Sommer 1930 das Maturitätsexamen bestand. Seit Sommer 1931 habe ich meine Studienjahre ohne Unterbruch an der Universität Zürich verbracht.

Während des Studiums besuchte ich die Vorlesungen und Übungen folgender Herren: Prof. Dr. W. Hess, Prof. Dr. W. Wild, Prof. Dr. P. Schmuziger, Prof. Dr. P. Clairmont, Prof. Dr. H. v. Meyenburg, Prof. Dr. H. Mooser, Prof. Dr. H. Fischer, P. D. Dr. P. Wolfer, P. D. Prof. Dr. A. v. Albertini.

Ich bin meinen verehrten Lehrern für die empfangene Förderung und Anregung sehr dankbar. Insbesondere bin ich meinem verehrten Lehrer, Prof. Dr. W. Hess, für die Vermittlung des Themas der vorliegenden Arbeit zu Dank verpflichtet.

Tafel 64.

Fig. 1. *Sargodon tomicus* Plieninger. Rhät, Niederschöntal bei Basel. Naturhistorisches Museum Basel. Vertikalschliff durch einen Schneidezahn. In die aus modifiziertem Dentin gebildete obere Kappe des Zahnes dringen Bündel von Dentinröhrchen ein, deren feinere Verzweigungen bei dieser Vergrösserung nur zum Teil sichtbar sind. Unter dieser Kappe wird das Orthodentin von Schmelz umfasst, der die Basis der Kappe eine Strecke weit überdeckt. Innerhalb des Orthodentines eine Ausfüllung von Osteo-Trabekular-Dentin, siehe Seite 33.

Fig. 2. *Sargodon tomicus* Plieninger. Rhät, Niederschöntal bei Basel. Naturhistorisches Museum Basel. Vertikalschliff durch einen Pflasterzahn. Grenze zwischen oberer Kappe, Orthodentin und Schmelz.

Fig. 3. *Sargodon tomicus* Plieninger. Rhät, Niederschöntal bei Basel. Naturhistorisches Museum Basel. Horizontalschliff durch einen Pflasterzahn in der unteren Zahnhälfte. Orthodentin, Osteo-Trabekular-Dentin und freies Pulpalumen.

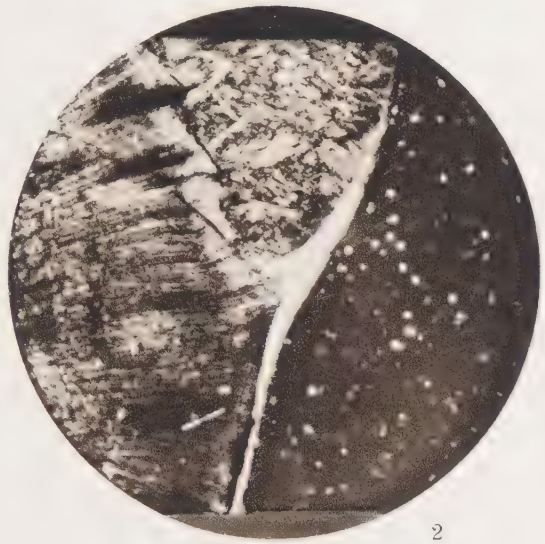
Fig. 4. *Colobodus* sp. Grenzbitumenhorizont der anisischen Stufe der Trias, Monte San Giorgio, Tessin, Schweiz. Zoologisches Museum der Universität Zürich. Vertikalschliff durch einen Pflasterzahn. Warze aus modifiziertem Dentin, Schmelz und Orthodentin mit sehr gut sichtbaren Wachstumszonen.

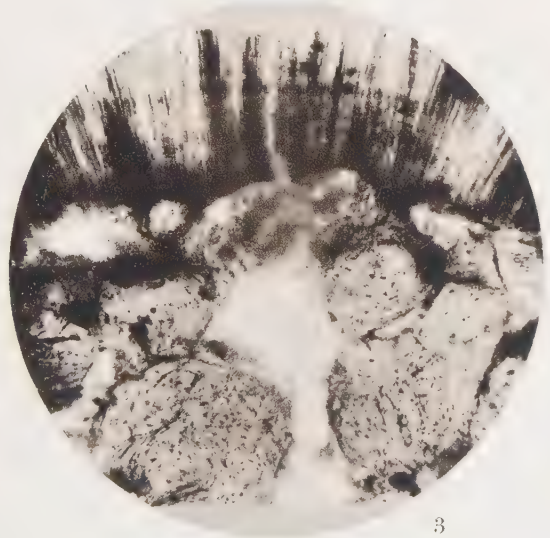
Fig. 5. *Birgeria mougeoti* (Agassiz). Grenz-Bonebed, Crailsheim. Naturalienkabinett Stuttgart. Vertikalschliff. Grenze zwischen oberer Kappe, Schmelz und Orthodentin.

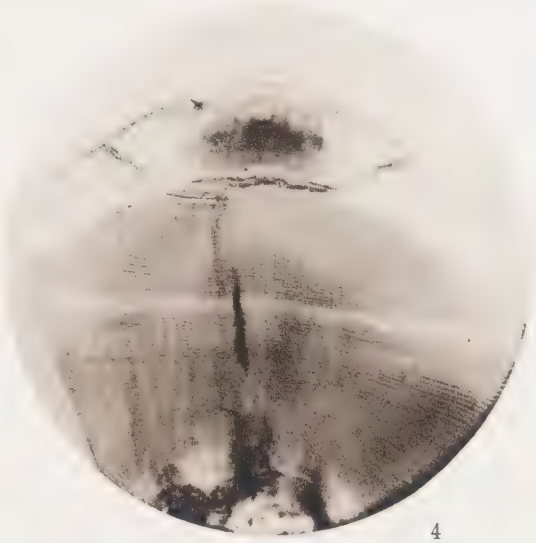
Fig. 6. *Birgeria mougeoti* (Agassiz). Grenz-Bonebed, Crailsheim. Naturalienkabinett Stuttgart. Gleicher Schliff wie Fig. 5. Eindringen der Zahnbeinröhrchen aus dem Orthodentin in die äussere Kappe; Verzweigung der Dentinkanälchen.

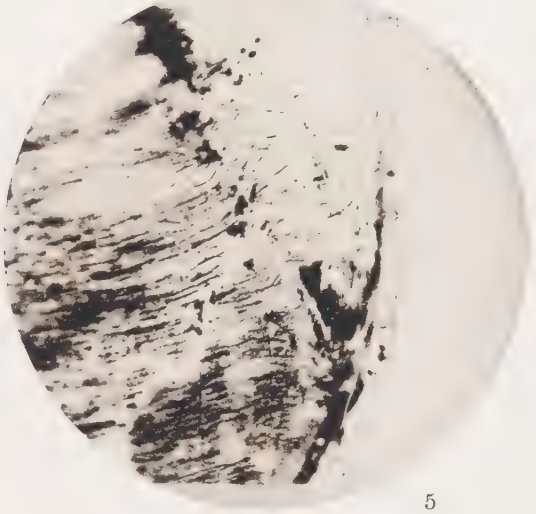
S. E. GUTTORMSEN, Ganoidengebiss (Peyer, Triasfauna XIII) Tafel 64

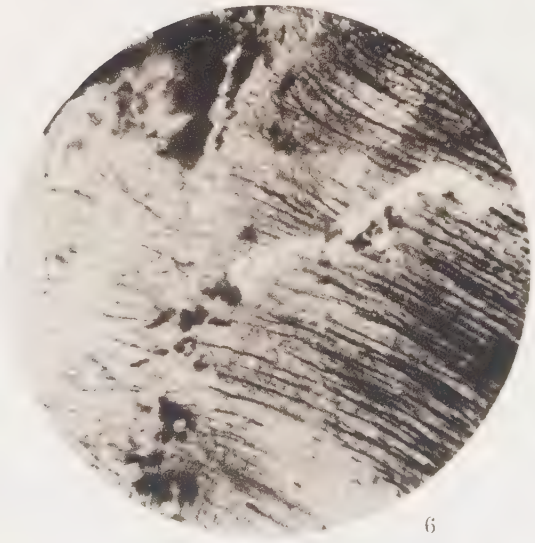
1


2


3


4


5


6

Reprod. Birkhäuser, Basel

Tafel 65.

Fig. 1. *Colobodus* sp. Grenzbitumenhorizont der anisischen Stufe der Trias, Monte San Giorgio, Tessin, Schweiz. Zoologisches Museum der Universität Zürich. Vertikalschliff durch einen Pflasterzahn und seine knöcherne Basis. Warze aus modifiziertem Dentin, Schmelz und Orthodentin.

Fig. 2 und 5. *Lepidotus elvensis* (Blainville). Lias ε, Holzmaden. Zoologisches Museum der Universität Zürich. Vertikalschliff durch einen ziemlich gerundeten Zahn. Obere Kappe aus modifiziertem Dentin, Schmelz und Orthodentin.

Fig. 2 zeigt das Eindringen von Dentinkanälchen in die obere Kappe, sowie die Grenze zwischen der oberen Kappe und dem Schmelz.

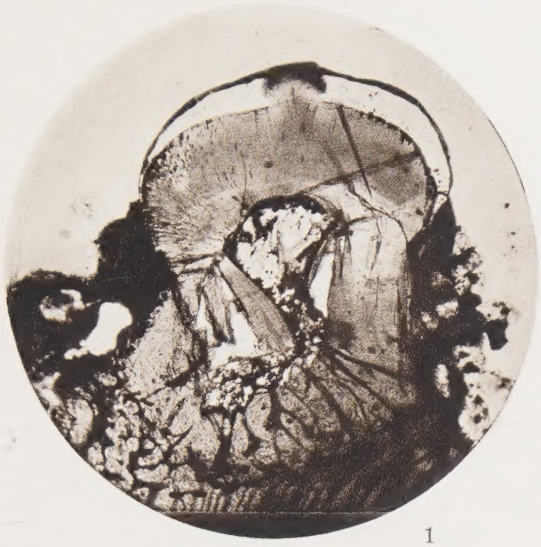
Fig. 5 zeigt den Aufbau des Orthodentins.

Fig. 3. *Lepidotus elvensis* (Blainville). Lias ε, Holzmaden. Zoologisches Museum der Universität Zürich. Vertikalschliff durch drei etwas spitzere Zähne.

Fig. 4. cf. *Paralepidotus*. Grenz-Bonebed, Crailsheim. Naturalienkabinett Stuttgart. Vertikalschliff durch einen Pflasterzahn. Es sind nur das der Warze des Coloboduszahnes entsprechende modifizierte Dentin und das Orthodentin erhalten, nicht dagegen der Schmelz. Die weite Pulpahöhle von Gestein ausgefüllt.

Fig. 6. Knochenschuppe, deren Tuberkel äusserlich Coloboduszähnen ähnlich sind. Muschelkalk der Umgebung von Halle a/S. Geologisches Institut der Universität Halle a/S.

S. E. GUTTORMSEN, Ganoidengebiss (Peyer, Triasfauna XIII) Tafel 65



1

4

2

5

3

6

Reprod. Birkhäuser, Basel